

Sécurité publique et
Protection civile Canada

Critical Infrastructure Protection
and Emergency Preparedness

Protection des infrastructures
essentielles et Protection civile



Eau, protection des infrastructures essentielles et gestion des urgences

Remerciements

La présente publication a été préparée pour :

Sécurité publique et
Protection civile Canada

Immeuble Jackson, 2e étage
122, rue Bank
Ottawa (Ont.) K1A 0W6
Tél. : (613) 944-4875
Sans frais : 1-800-830-3118
Fax : (613) 998-9589
Courriel : communications@ocipep-bpiepc.gc.ca
Internet : www.ocipep-bpiepc.gc.ca

Auteurs :

R. A. Halliday
R. Halliday & Associates Ltd.

Le présent document repose sur des travaux qui ont été soutenus par la Direction de la recherche et du développement (DRD) du Bureau de la protection des infrastructures essentielles et de la protection civile (BPIEPC), en vertu du contrat portant le numéro de référence 2002D016. Le BPIEPC fait maintenant partie de Sécurité publique et Protection civile Canada (SPPCC). Les opinions, constatations et conclusions ou recommandations exprimées dans le présent document sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement les points de vue de Sécurité publique et Protection civile Canada.

Catalogue no: PS4-7/2004F-PDF
ISBN: 0-662-77445-0

Sommaire

L’eau est essentielle au bien-être de la société. Son utilisation, son gaspillage et sa distribution suscitent certaines préoccupations dans de nombreux secteurs différents et retiennent l’attention de tous les paliers de gouvernement et de nombreux ministères. L’administration de l’eau relève presque exclusivement de la compétence des provinces et pourtant les liens entre l’eau et la santé humaine, l’environnement et le développement économique font que les particuliers et les gouvernements de tous les paliers s’y intéressent.

Dans le présent rapport, nous examinons les genres de questions relatives à l’eau susceptibles d’avoir un lien avec les intérêts du gouvernement fédéral dans les infrastructures essentielles et la protection civile. Ces genres de questions intéressent plus directement le nouveau ministère fédéral Sécurité publique et Protection civile Canada[*] (SPPCC). Par exemple, conformément à son mandat, SPPCC s’intéresse aux questions relatives à l’eau suivantes :

- protection des infrastructures essentielles;
- relations avec les É.-U. en matière d’infrastructures essentielles;
- gestion des urgences;
- Accords d’aide financière en cas de catastrophe (AAFCC);
- Mesures d’atténuation.

Barrages

Au Canada, le gouvernement fédéral n’est propriétaire que d’un très petit nombre de barrages. Les barrages appartiennent plus généralement aux provinces, à des sociétés d’État provinciales (entreprises d’hydroélectricité) et au secteur privé. Les responsabilités du gouvernement fédéral concernant la surveillance directe de la sécurité des barrages au Canada sont peu nombreuses ou inexistantes.

Le Canada compte plusieurs centaines de grands barrages et la rupture de l’un d’eux aurait de graves conséquences sur les activités et propriétés en aval. Dans la plupart des cas, il s’agit de barrages hydroélectriques appartenant à des sociétés d’État provinciales qui, en général, en possèdent plusieurs. Grâce à une diligence raisonnable normale, elles ont généralement un bon dossier en matière de sécurité des barrages, même en l’absence de dispositions législatives provinciales ou de surveillance officielle par un organisme provincial. De même, la plupart des provinces ont un système de délivrance de permis qui exige un examen approfondi des propositions de nouveaux barrages ou des modifications aux barrages actuels, du point de vue de la sécurité et autres points de vue.

Le Canada n’a pas de données fondamentales regroupées sur les barrages actuels et sur les conséquences précises de la rupture d’un barrage en particulier. Les barrages dont le classement en fonction des conséquences correspond aux catégories « Très élevée » ou « Élevée » de l’Association canadienne des barrages doivent être recensés.

---

[*] Le 12 décembre 2003, le Bureau de la protection des infrastructures essentielles et de la protection civile (BPIEPC) a été intégré à Sécurité publique et Protection civile Canada (SPPCC).

Dans l’ensemble, les normes techniques de conception et de construction des barrages sont élevées au Canada. Les procédures réglementaires et opérationnelles mises en application en ce qui concerne les plus gros barrages et au moins trois des provinces (C.-B., Alberta et Québec) semblent adéquates. Il existe un danger, surtout dans les provinces qui comptent peu de barrages, de surveillance insuffisante.

Les Grands Lacs/la Voie maritime du Saint-Laurent

Les Grands Lacs et la Voie maritime du Saint-Laurent sont une voie de transport essentielle entre le centre industriel de l'Amérique du Nord et l'océan Atlantique. La Voie maritime est une infrastructure essentielle et elle revêt une importance stratégique pour le Canada comme pour les États-Unis.

Eau et eaux usées

La plupart des ménages canadiens dépendent des réseaux municipaux d'eau et d'assainissement réglementés par leur province pour l'alimentation en eau et l'enlèvement des déchets. Du point de vue du gouvernement fédéral, les réseaux d'eau et d'assainissement sont des infrastructures essentielles et leur potentiel de rupture suite à un quelconque danger a des répercussions sur la protection civile. La principale préoccupation consiste à assurer le maintien d'un approvisionnement en eau suffisant et de qualité convenable pour répondre aux besoins des Canadiens en situation de menace attribuable à des risques naturels, à des accidents ou à des actes malveillants. Combien de temps un noyau urbain à forte densité de population pourrait-il fonctionner si les toilettes sont hors d'usage? Les conséquences d'une ville devant exercer ses activités pendant des jours ou des semaines sans eau pour l'évacuation de ses eaux usées ou devant compter sur l'eau embouteillée permettent de constater à quel point il est essentiel d'avoir un bon approvisionnement en eau et à quel point tous le autres types d'infrastructure dépendent des services de base d'alimentation en eau.

Quatre composantes de la conception d'un service d'eau public ont un lien avec la sécurité de l'eau potable. Ce sont :

- l'approvisionnement en eau brute, incluant les canalisations s'y rapportant;
- les systèmes de traitement;
- les systèmes de distribution;
- les systèmes d'exploitation et de contrôle.

Bien que des pannes dans les usines de traitement puissent entraîner de graves conséquences, la principale préoccupation stratégique consiste à assurer le maintien de la confiance du public à l'égard du système municipal d'alimentation en eau. Sauf dans des circonstances extrêmes, il incombe à la municipalité, à la province et dans une certaine mesure à Santé Canada de maintenir cette confiance.

SPPCC peut être appelé à jouer un rôle en situation de défaillance catastrophique. Les problèmes qui pourraient susciter des inquiétudes sont notamment une vaste contamination dont les conséquences exigent une intervention du gouvernement fédéral; les risques naturels comme les inondations et les tremblements de terre; et les gestes posés par des humains, y compris les accidents et les attaques malveillantes qui perturbent la distribution de l'eau. Les défaillances des systèmes interdépendants peuvent aussi causer des inquiétudes, dans le cas par exemple des pannes d'approvisionnement énergétique qui menacent le fonctionnement des systèmes ou des problèmes de transport susceptibles de restreindre l'approvisionnement en produits chimiques destinés au traitement de l'eau.

Canalisations

Les canalisations sont des infrastructures essentielles au Canada. Au pays, 40 000 km de canalisations s'entrecroisent; elles transportent du gaz naturel, du pétrole brut et des produits pétroliers vers des marchés nationaux et internationaux. Les canalisations assurent le transport de quelque 85 milliards de dollars d'hydrocarbures par année.

Le présent rapport fait état de deux interdépendances entre les canalisations et les questions relatives à l'eau. La première concerne les ruptures de canalisations aux traversées de cours d'eau et la seconde, le transfert de biote au moment d'une épreuve sous pression effectuée avec de l'eau douce.

Inondations

La préparation aux inondations et les réactions à celles-ci sont une responsabilité que se partagent les particuliers, les familles, les municipalités, les administrations provinciales et territoriales, les ministères et organismes fédéraux de même que les organisations privées et bénévoles. Les principales responsabilités gouvernementales incombent aux administrations municipales et provinciales. Toutefois, dans le cas des inondations, les responsabilités de SPPCC portent sur tous les éléments du cycle de gestion des urgences – préparation, intervention, rétablissement et atténuation. En situation d'inondation, SPPCC répond aux demandes présentées au gouvernement fédéral par les provinces et il s'occupe du Centre de coordination gouvernementale (CCG).

Par le biais des AAFCC, SPPCC offre une aide financière qui facilite le rétablissement après une inondation. Exception faite de la tempête de verglas de 1998, ce sont les inondations de la rivière Rouge et du Saguenay qui ont donné lieu aux plus importants paiements en vertu des AAFCC. Au Canada, on compte plus de 1 000 collectivités exposées aux inondations. À la suite d'une inondation, SPPCC, par le biais des AAFCC, assure la responsabilité d'un maximum de 90 pour 100 des coûts de remise en état des lieux. Ces coûts représentent une portion considérable des paiements effectués dans le cadre des AAFCC. Afin de réduire la souffrance humaine, les pertes et perturbations économiques de même que les sommes versées par le gouvernement, l'atténuation est un élément clé de toute approche de gestion des inondations. SPPCC est en voie d'élaborer une stratégie nationale d'atténuation des catastrophes et l'atténuation des inondations en un élément important de cette stratégie.

Le risque d'inondations augmente avec la perspective des changements climatiques et la probabilité d'inondations plus nombreuses attribuables aux conditions météorologiques extrêmes.

L'approche visant à réduire la vulnérabilité aux dommages causés par les inondations comprend plusieurs volets : politiques gouvernementales, mesures d'atténuation (de nature structurelle et non structurelle) et acceptation d'une responsabilité personnelle par les gens qui habitent le périmètre d'inondation.

Infrastructure urbaine et changement climatique

Le Canada est un pays très urbain. Quatre-vingts pour cent de ses habitants vivent dans des zones urbaines et 60 pour 100 d'entre eux vivent dans des centres de 500 000 personnes ou plus. Les zones urbaines sont exposées aux dégâts d'eau attribuables aux fortes chutes de pluie. Par exemple, les fortes pluies survenues à Winnipeg, en 1993, ont causé pour 500 millions de dollars de dommages.

De mauvais calculs de l'écoulement d'averse maximal pourraient provoquer un plus grand nombre d'inondations urbaines et ainsi, faire augmenter les paiements en vertu des AAFCC. Plusieurs facteurs pourraient nous amener à réexaminer les hypothèses sous-jacentes de l'écoulement d'averse maximal :

- une urbanisation plus dense entraînera un ruissellement accru suite à une même charge pluviale;
- les réductions imposées au réseau climatologique d'Environnement Canada donneront lieu à une moindre précision dans les calculs d'intensité, de durée et de fréquence;
- un changement climatique pourrait entraîner un raccourcissement des périodes de récurrence d'un événement pluviométrique de même ampleur.

En ce qui concerne l'infrastructure urbaine, le principal défi consiste à s'assurer que l'infrastructure est conçue, construite et exploitée de manière à fournir un bon rendement tout au long de son cycle de vie.

Conclusions

SPPCC pourrait jouer un certain nombre de rôles, en ce qui concerne l'eau et les infrastructures essentielles. Il pourrait, entre autres choses, avoir la responsabilité d'administrer l'aide financière en cas de catastrophe, d'assurer le leadership en matière de protection civile et de conclure avec les États-Unis des engagements relatifs aux questions qui suscitent une préoccupation partagée, notamment le terrorisme.

Lorsque l'infrastructure comporte des interconnexions entre le Canada et les États-Unis, il serait bon d'élaborer des approches communes ou complémentaires pour assurer la sécurité et la protection des infrastructures interdépendantes. Mentionnons, à titre d'exemples, la Voie maritime du Saint-Laurent, les canalisations d'hydrocarbures communes et les barrages sur les bassins transfrontaliers qui présentent un risque élevé.

Le tableau suivant résume les responsabilités relatives à la gestion des infrastructures essentielles et des urgences. De façon générale, les responsabilités incombent au propriétaire et aux municipalités locales, puis aux provinces, pour ce qui est de la surveillance et de la diligence raisonnable et finalement, au gouvernement fédéral pour ce qui est de la recherche, des relations internationales et des programmes financières. Les organisations industrielles peuvent aussi jouer un rôle important dans la rédaction des pratiques exemplaires et dans l'éducation.

Responsabilités en matière de gestion des infrastructures essentielles et des urgences

Question	**Responsabilité principale**	**Surveillance**	**Intérêt de SPPCC***	**Autres ministères/ organismes fédéraux**
Sécurité des barrages	propriétaire	province	2, 3, 4, 5	Environnement, Ressources naturelles
Voie maritime	administrations de la Voie maritime	Transports Canada	1, 2, 3, 4, 5	Commission mixte internationale
Eau/ eaux usées	propriétaire (habituellement les municipalités)	provinces	3, 4, 5	Santé, Environnement, Pêches
Canalisations	propriétaire	provinces, Office national de l'Énergie	1, 2, 3, 4, 5	Environnement, Pêches
Inondations	municipalités	provinces	3, 4, 5	Environnement, Ressources naturelles, SCHL, CNRC
Autre infrastructure urbaine	propriétaire (habituellement les municipalités)	provinces	3, 4, 5	Environnement
Transfert du biote	provinces		3, 5	Pêches, Environnement, Transports

* Intérêt de SPPCC : 1) Infrastructure essentielle; 2) Infrastructure canado-américaine; 3) Gestion des urgences; 4) AAFCC; et 5) Atténuation.

Acronymes et abréviations

AAFCC Accords d'aide financière en cas de catastrophe
ACB Association canadienne des barrages
ACE Association canadienne de l'électricité
ACEPU Association canadienne des eaux potables et usées
ARAP Administration du rétablissement agricole des Prairies
ASDSO Association of State Dam Safety Officials
AWWARF American Water Works Association Research Foundation
BPIEPC Bureau de la protection des infrastructures essentielles et de la protection civile
CANUTEC Centre canadien d'urgence transport (Transports Canada)
CCOUG Centre de coordination des opérations d'urgence du gouvernement (SPPCC)
CDC Centers for Disease Control and Prevention (É.-U.)
CEATI CEA Technologies Inc.
CIGB Commission internationale des grands barrages
CMA Concentration maximale admissible
CMB Commission mondiale des barrages
CMI Commission mixte internationale
CP Crue de projet
CPAI Centres de partage et d'analyse de l'information
CSA Association canadienne de normalisation
DART Équipe d'intervention en cas de catastrophe
EPA Environmental Protection Agency (É.-U.)
FBI Federal Bureau of Investigation (É.-U.)
FCM Fédération canadienne des municipalités
FEMA Federal Emergency Management Agency (É.-U.)
FERC Federal Energy Regulatory Commission (É.-U.)
FIRM Flood Insurance Rate Map (É.-U.)
GIEC Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
IFIP Interagency Forum on Infrastructure Protection (É.-U.)
IMP Inondation maximale probable
LOACI *Loi sur les ouvrages destinés à l'amélioration des cours d'eau internationaux*
MAIN Ministère des Affaires indiennes et du Nord
MER Méthodologie d'évaluation des risques
MW Mégawatt (un million de watts)
NRC National Research Council (É.-U.)
ONE Office national de l'énergie
PDD Presidential Decision Directive (É.-U.)
PRDI Programme de réduction des dommages dus aux inondations
PMP Précipitation maximale probable
RL Réseau local
SCADA Supervisory Control and Data Acquisition (É.-U.)
SPPCC Sécurité publique et Protection civile Canada

Table des matières

Remerciements .... **ii**

Sommaire .... **iii**

Acronymes et abréviations .... **ix**

1.0 Introduction **1**

2.0 Infrastructure – Barrages **3**

2.1 Introduction 3
2.2 Contexte 3
2.3 Sécurité des barrages 5
2.3.1 Association canadienne des barrages 6
2.3.2 Association canadienne de l'électricité 8
2.4 Législation 9
2.4.1 Colombie-Britannique 10
2.4.2 Québec 11
2.4.3 Alberta 11
2.4.4 Ontario 12
2.4.5 Autres provinces 12
2.4.6 Législation fédérale 13
2.5 Discussion 13
2.5.1 Rupture de barrages 16
2.5.2 Systèmes SCADA 17
2.6 Conclusions 18

3.0 Infrastructure – Voie maritime du Saint-Laurent **20**

3.1 Introduction 20
3.2 Contexte 20
3.3 Sécurité et protection 21
3.4 Conclusions 22

4.0 Infrastructure – Eau et eaux usées **24**

4.1 Introduction 24
4.2 Contexte 24
4.2.1 Alimentation en eau et épuration de l'eau 25
4.2.2 Eaux usées 28
4.2.3 Législation 29
4.3 Sécurité et protection 32
4.4 Conclusions 35

5.0 Infrastructure – Canalisations **37**

5.1 Introduction 37
5.2 Contexte 37
5.2.1 Traversées de cours d'eau 37
5.2.2 Épreuves sous pression 38
5.3 Conclusions 39

6.0 Inondations **40**
6.1 Introduction 40
6.2 Contexte 40
6.3 Discussion 45
6.4 Conclusions 49
7.0 Infrastructure urbaine et changement climatique **49**
7.1 Infrastructure urbaine 50
7.2.1 Conclusions 51
8.0 Conclusions **52**
Références **54**
Appendice A – Barrages fédéraux **A-1**

1.0 Introduction

L'eau est essentielle au bien-être de la société. Son utilisation, son gaspillage et sa distribution suscitent certaines préoccupations dans de nombreux secteurs différents et retiennent l'attention de tous les paliers de gouvernement et de nombreux ministères. L'administration de l'eau relève presque exclusivement de la compétence des provinces et pourtant les liens entre l'eau et la santé humaine, l'environnement et le développement économique font que les particuliers et les gouvernements de tous les paliers s'y intéressent.

Dans le présent rapport, nous examinons les genres de questions relatives à l'eau susceptibles d'avoir un lien avec les intérêts du gouvernement fédéral dans les infrastructures essentielles et la protection civile. Ces genres de questions intéressent plus directement le nouveau ministère fédéral Sécurité publique et Protection civile Canada[*] (SPPCC). Par exemple, conformément à son mandat, SPPCC s'intéresse aux questions relatives à l'eau suivantes :

- protection des infrastructures essentielles;
- relations avec les É.-U. en matière d'infrastructures essentielles;
- gestion des urgences;
- accords d'aide financière en cas de catastrophe (AAFCC);
- mesures d'atténuation.

Comme dans le cas d'autres éléments des infrastructures essentielles, les tendances et événements suivants nous forcent à réévaluer les approches traditionnelles :

- **Terrorisme** : Depuis le 11 septembre 2001, on s'inquiète de plus en plus de la possibilité que des terroristes utilisent notre infrastructure à notre détriment. Par exemple, en janvier 2002, les forces américaines installées à Kaboul, en Afghanistan, ont saisi dans un bureau d'al-Qaida un ordinateur contenant des modèles d'un barrage construit avec un logiciel d'architecture structurelle et de génie qui permettait aux planificateurs de simuler une rupture catastrophique.

  L'environnement bâti du Canada comprend de nombreuses structures qui pourraient attirer l'attention de terroristes, de dissidents ou d'employés mécontents. L'infrastructure hydraulique, notamment les barrages et stations de traitement d'eau municipales, sont souvent mentionnés comme cibles potentielles pour des actes malveillants.

- **Crime cybernétique** : Le recours accru aux réseaux informatiques et aux systèmes d'exploitation informatisés peut augmenter la vulnérabilité des infrastructures hydrauliques. En 2001, des enquêteurs américains ont trouvé des preuves attestant que des internautes anonymes du Moyen-Orient et de l'Asie du Sud exploraient les systèmes utilisés pour gérer les systèmes téléphoniques d'urgence, la production et la transmission de l'électricité, l'entreposage et la distribution de l'eau, les centrales nucléaires et les installations gazières. Cette intrusion, combinée à la découverte, en 2002, d'ordinateurs appartenant à al-Qaida et

---

[*] Le 12 décembre 2003, le Bureau de la protection des infrastructures essentielles et de la protection civile (BPIEPC) a été intégré à Sécurité publique et Protection civile Canada (SPPCC).

contenant des informations sur les systèmes de contrôle à distance des portes d'écluse des barrages, a fait augmenter les inquiétudes face à la sécurité des systèmes informatiques utilisés pour contrôler les infrastructures hydrauliques.

Bien que les incidents n'impliquaient pas de terroristes, certains cas de manipulation des systèmes informatisés de régulation des eaux par des pirates informatiques ont été signalés. En 2000, dans le Queensland australien, une personne malveillante disposant d'informations privilégiées a pu contrôler un système de traitement des eaux usées et répandre un million de gallons d'eaux d'égout brutes.

L'histoire apocryphe d'un pirate informatique de 12 ans qui, en 1998, aurait pénétré dans le système informatique qui gère le barrage Roosevelt de l'Arizona a fait augmenter l'inquiétude du public quant à la sécurité de nos systèmes de distribution d'eau. Il avait, semble-t-il, l'entière commande du système contrôlant les portes d'écluse du barrage, menaçant les villes en aval de Mesa et de Tempe, dont la population combinée s'élève à près de un million de personnes. (Un pirate informatique de 24 ans a effectivement réussi à pénétrer dans le système informatique en 1994, mais il n'a pas réussi à prendre le contrôle du barrage.)

- **Interdépendances** : Nos infrastructures essentielles dépendent les unes des autres. Les conséquences des inondations et des phénomènes météorologiques violents sur les infrastructures hydrauliques comme les barrages et les réseaux municipaux ont aussi des répercussions sur des infrastructures essentielles tels l'énergie et le transport. Par exemple, pendant la tempête de verglas de 1998, à Montréal, la ville a été confrontée à un risque extrême parce qu'elle a été privée de la plus grande partie de son approvisionnement en électricité au cours de la tempête de verglas et que cette perte risquait de nuire au fonctionnement des systèmes de pompage et de filtration de l'eau.

- **Dangers, accidents, risques** : Les importantes infrastructures comme les gros barrages peuvent présenter un risque pour le public si elles sont mal conçues, mal entretenues ou exposées à des phénomènes extrêmes comme les inondations ou les tremblements de terre. L'infrastructure vieillissante et peut-être le plus grand nombre de phénomènes météorologiques exceptionnels, conformément aux prédictions des spécialistes des changements climatiques, pourraient accroître notre vulnérabilité aux ruptures d'infrastructures hydrauliques.

Bien qu'il soit difficile d'établir dans quelle mesure les menaces malveillantes aux infrastructures hydrauliques sont graves, il importe que dans un climat d'insécurité accru, le public soit confiant que des mesures raisonnables sont prises pour sauvegarder les installations. Tout risque naturel susceptible de menacer l'actuel niveau de protection civile du Canada suscite également des inquiétudes.

2.0 Infrastructure – Barrages

2.1 Introduction

Les barrages, digues, canaux et ouvrages hydrauliques semblables sont des éléments fondamentaux de l'infrastructure hydraulique du Canada. Des barrages ont été construits dès les premiers établissements européens et leur administration relève presque exclusivement de la compétence des provinces. Par égard pour la compétence des provinces en matière de ressources naturelles, les ministères fédéraux n'ont pas cherché à assurer une surveillance de la sécurité des barrages.

2.2 Contexte

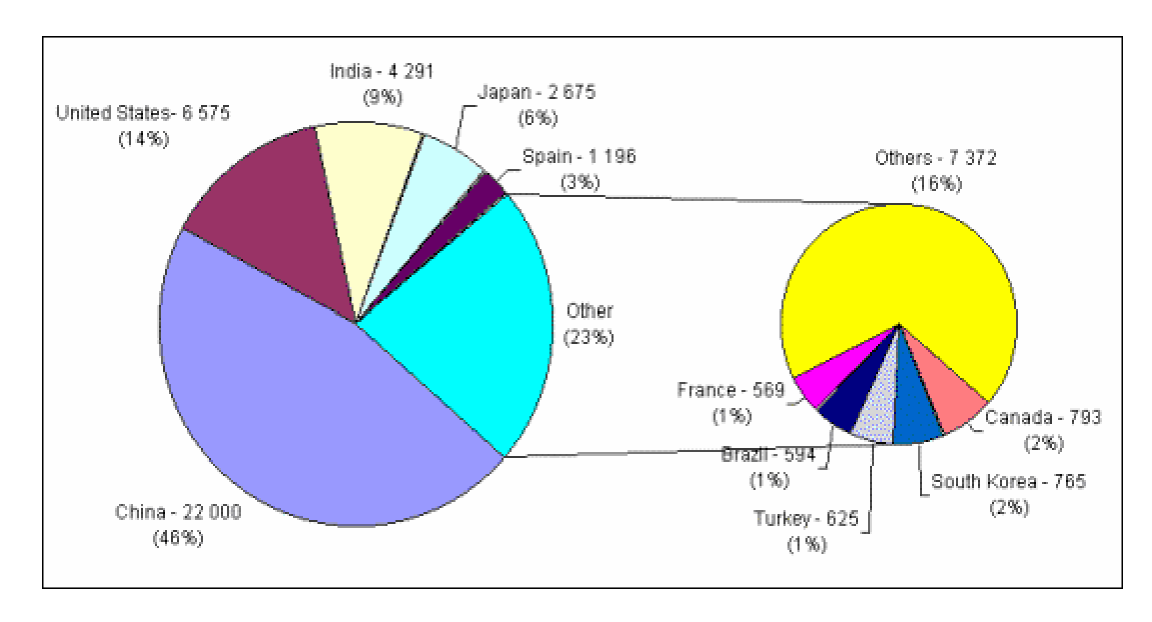
Selon la Commission internationale des grands barrages (CIGB), on retrouve quelque 45 000 grands barrages, un peu partout dans le monde. Un grand barrage est un barrage d'une hauteur d'au moins 15 mètres (mesurée à partir de la base de ses fondations) ou, s'il a entre cinq et 15 mètres, dont le volume du réservoir est supérieur à trois millions de mètres cubes.

Le tiers des pays du monde comptent sur l'énergie hydroélectrique pour plus de la moitié de leur approvisionnement en électricité et les grands barrages produisent 19 pour 100 de l'électricité, dans l'ensemble. La moitié des grands barrages du monde ont été construits exclusivement ou principalement pour l'irrigation, ce qui n'est pas le cas au Canada. De nombreux barrages sont à usages multiples.

Les trois quarts des grands barrages du Canada, environ, ont été construits à des fins d'hydroélectricité et 95 pour 100 de la capacité de stockage sert à produire de l'électricité (Day et Quinn, 1992). Au Québec, Hydro-Québec – l'un des plus importants producteurs d'électricité du monde – a une puissance installée de près de 32 000 MW, dont 96 pour 100 proviennent de l'énergie hydroélectrique. L'entreprise gère 25 réservoirs et 566 barrages, dont 226 sont classés comme de grands barrages. Ontario Power Generation exploite 258 barrages sur 25 réseaux hydrographiques et sa puissance hydraulique installée est de 7 300 MW, dont près de la moitié provient de seulement trois projets. BC Hydro possède 61 barrages et 42 réservoirs, incluant deux des plus hauts barrages du monde et sa capacité installée est de 11 000 MW, dont plus de 90 pour 100 est de nature hydraulique.

Vous trouverez à la figure 1 le nombre de grands barrages qu'on retrouve un peu partout dans le monde. On retrouve 793 de ces grands barrages au Canada et, en guise de comparaison, on en retrouve 6 575 aux États-Unis (Commission mondiale des barrages [CMB], 2000). D'autres sources indiquent un nombre un peu plus élevé de grands barrages au Canada.

Figure 1 Nombre de grands barrages par pays
[données de la CMB, 2000 (d'après la CIGB et autres sources)]



United States = États-Unis 14 % India = Inde 9 % Japan = Japon 6 % Spain = Espagne 3 % Other = Autres pays 23 % China = Chine 46 %	Others = Autres (16 %) Canada = Canada (2 %) South Korea = Corée du Sud (2 %) Turkey = Turquie (1 %) Brazil = Brésil (1 %) France = France (1 %)

Bien que les barrages soient généralement associés à des projets d'hydroélectricité et d'alimentation en eau, ils peuvent aussi servir à retenir des liquides contaminés, notamment des déchets de mines. Même s'il s'agit généralement de petits barrages, les conséquences peuvent être considérables en cas de rupture.

Il n'existe pas de registre unique des barrages canadiens. Smith (2003) indique qu'on retrouve environ 14 300 barrages au Canada. Ensemble, le Québec, la Colombie-Britannique et l'Ontario comptent plus de 10 000 barrages. À eux seuls, ces chiffres ne présentent pas une image complète. Par exemple, le barrage Gardiner, en Saskatchewan, emmagasine plus d'eau que les 1 400 barrages de l'Alberta.

Aux États-Unis, le US Army Corps of Engineers tient un répertoire national contenant environ 80 000 barrages, grands et petits. Ce Corps considère que 9 326 d'entre eux comportent un « risque important », 1 600 d'entre eux se trouvant à moins de un mille d'une ville en aval. Le registre peut être consulté à l'adresse suivante : http://crunch.tec.army.mil/nid/webpages/nid.cfm.

Bien qu'on puisse pratiquement appliquer l'habituel ratio de 10:1 entre les États-Unis et le Canada lorsqu'il s'agit des données sur les grands barrages, on note une différence frappante au

chapitre de la propriété des barrages par des organismes fédéraux. Aux États-Unis, certains organismes fédéraux comme le US Army Corps of Engineers, le US Bureau of Reclamation et la Tennessee Valley Authority possèdent plus de 7 000 barrages.

Au Canada, il est très peu fréquent que des barrages, quels qu'ils soient, appartiennent à des organismes fédéraux; en fait, aucun grand barrage ne leur appartient. Les barrages sont plus souvent la propriété des provinces, de sociétés d'État provinciales (entreprises d'hydroélectricité) et du secteur privé. L'Administration du rétablissement agricole des Prairies d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, Pêches et Océans Canada et Parcs Canada possèdent moins de 50 barrages. Il est question de ces barrages et des installations qui leur sont annexées à l'appendice A.

2.3 Sécurité des barrages

En termes simples, exception faite des Territoires du Nord, la sécurité des barrages, au Canada, relève entièrement des gouvernements provinciaux. Dans les Territoires du Nord, les Offices des eaux respectifs ont la responsabilité de la sécurité des barrages. Ces Offices sont composés de personnes nommées en provenance de secteurs fédéraux, territoriaux et de zones de règlement des revendications territoriales. On retrouve un Office des eaux au Yukon et au Nunavut et plusieurs dans les Territoires du Nord-Ouest.

Aux États-Unis, la sécurité des barrages est assujettie à des lois fédérales. Les barrages d'une hauteur minimale de 7,6 m ou les barrages qui captent 61 700 m^3 ou plus d'eau, ou qui d'une certaine façon présentent une menace importante pour la vie humaine, en cas de rupture, sont assujettis au Programme national de sécurité des barrages et ils figurent dans le répertoire national. La Federal Emergency Management Agency (FEMA) administre ce programme.

D'autres organismes fédéraux américains, notamment la Federal Energy Regulatory Commission (FERC), le US Army Corps of Engineers et le Bureau of Reclamation assument d'importantes responsabilités en matière de sécurité des barrages. Ces deux derniers organismes prêtent main-forte à d'autres organismes fédéraux, selon le principe du recouvrement des coûts, lorsqu'il s'agit de répondre aux exigences en matière de sécurité des barrages. Ils offrent en outre des conseils aux organismes d'État.

Jusqu'à tout récemment, certains de ces programmes fédéraux étaient sous-financés. Selon l'Association of State Dam Safety Officials (ASDSO 2002), les deux tiers des barrages qui présentent un risque élevé et qui n'appartiennent pas à des organismes fédéraux, aux États-Unis, n'ont pas de plans d'action d'urgence. En décembre 2002, la *Dam Safety and Security Act* (Public Law 107-310) est entrée en vigueur. Elle prévoit le versement de 34,4 millions de dollars US répartis sur quatre ans, pour la sécurité des barrages, et exige que le directeur de la FEMA établisse un plan stratégique comportant des buts, des priorités et des dates cibles pour l'amélioration de la sécurité des barrages et qu'il collabore avec les entités publiques des États concernées et les aide.

En outre, la *Loi* exige que le directeur de la FEMA mette sur pied une Commission nationale d'examen de la sécurité des barrages chargée de surveiller la mise en œuvre de programme de sécurité des barrages, dans les États, de surveiller la sécurité des barrages aux États-Unis et de conseiller le directeur de la FEMA sur la politique nationale de sécurité des barrages. Les

législateurs exigent en outre un soutien technique et archivistique et l'entretien des systèmes d'information afin d'orienter la formulation d'une politique publique efficace et d'améliorer l'ingénierie, la sécurité et la gestion de la sécurité des barrages. À la demande de tout État qui a élaboré un programme de sécurité des barrages, ou qui prévoit le faire, la FEMA doit offrir une formation au personnel et aux inspecteurs de la sécurité des barrages.

De même, les États-Unis ont créé l'Interagency Forum on Infrastructure Protection (IFIP) dans le but de réduire la vulnérabilité des barrages et des systèmes de transmission face aux menaces terroristes. L'IFIP compte des représentants du FBI, du US Army Corps of Engineers, de la Bonneville Power Administration, du US Bureau of Reclamation, de Sandia National Laboratories, du Lawrence Livermore National Laboratory, de la Southwestern Power Administration, de la Western Area Power Administration et d'autres organismes.

Sandia a mis au point deux nouveaux procédés étape par étape appelés RAM-D (méthodologie d'évaluation des risques pour les barrages) et RAM-T (méthodologie d'évaluation des risques pour la transmission) pour permettre aux propriétaires, aux exploitants et aux gestionnaires de la sécurité des barrages et systèmes de transmission d'examiner la sécurité d'une installation et de faire des analyses coûts-avantages de possibles améliorations de la sécurité.

Un récent rapport de la Commission mixte internationale (CMI, 1998) présente une image nette des différences entre les pratiques canadiennes et américaines en matière de sécurité des barrages. La Commission a examiné l'état d'avancement des mesures de sécurité des barrages concernant les ouvrages pour lesquels elle avait émis des ordonnances d'approbation. (Pour une discussion sur le rôle de la Commission à l'égard des questions canado-américaines relatives à l'eau, voir Halliday, 1997.)

La Commission a constaté que pour sept barrages transfrontaliers et sept barrages et digues entièrement canadiens à l'égard desquels elle a certains pouvoirs de réglementation en vertu des ordonnances d'approbation de la CMI, il n'existe pas de documentation adéquate sur les inspections de sécurité. Plus particulièrement, la Commission s'inquiète de l'apparent manque de surveillance du processus de sécurité de la part du gouvernement. Elle a relevé des cas où la portion américaine d'un barrage était inspectée régulièrement, alors que la portion canadienne ne l'était pas. Les barrages déficients sont des barrages privés, à l'exception de deux barrages appartenant à la Société d'Énergie du Nouveau-Brunswick et de deux barrages appartenant à Ontario Power Generation. La Commission a recommandé la surveillance mixte (Canada-É.-U.) d'un processus transparent d'inspection professionnelle des barrages.

2.3.1 Association canadienne des barrages

L'Association canadienne des barrages (ACB) est un acteur clé dans le secteur de la sécurité des barrages. L'Association, organisme bénévole sans but lucratif, regroupe 750 membres individuels en provenance de différents secteurs, ainsi que 75 membres collectifs. L'ACB étudie la sécurité des barrages et se préoccupe des aspects techniques, environnementaux, sociaux, économiques, juridiques et administratifs des barrages. Elle organise une conférence annuelle, produit des manuels et offre des cours de formation portant sur la sécurité des barrages.

L'ACB décrit ainsi son rôle :

- favoriser la collaboration interprovinciale;
- promouvoir l'adoption de politiques de réglementation et de lignes directrices sur la sécurité des barrages et des réservoirs, un peu partout au Canada;
- fournir de l'information et de l'aide aux propriétaires de barrages, à l'appui des programmes de sécurité des barrages;
- partager de l'information avec les organisations canadiennes et internationales que la sécurité des barrages intéresse.

L'ACB produit des *Directives relatives à la sécurité des barrages* – la plus récente version date de 1999 (ACB, 1999) – par l'intermédiaire de groupes de travail regroupant des représentants des propriétaires de grands barrages, des ingénieurs-conseils et des universitaires. Bien qu'elles ne soient pas obligatoires, elles servent de fondement à la plupart des règlements sur la sécurité des barrages au Canada. L'ACB consulte de nombreuses sources nationales et étrangères dans le cadre de la rédaction des *Directives*.

Selon les *Directives relatives à la sécurité des barrages,* un barrage est un ouvrage d'une hauteur minimale de 2,5 mètres dont le volume des eaux retenues est d'au moins 30 000 m^3. Les *Directives* s'adressent en outre aux plus petits ouvrages lorsqu'une rupture serait inacceptable publiquement.

Les *Directives* précisent que les propriétaires classent les barrages d'après les conséquences d'une rupture. Le tableau 1 donne le détail du classement. Il importe de noter que les *Directives* définissent ces catégories en fonction des dommages <u>additionnels</u>. Une inondation d'envergure pourrait très bien faire des victimes et causer d'importants dommages dans un bassin fluvial. La question que se posent les praticiens de la sécurité des barrages est : « La rupture du barrage au cours d'une telle inondation entraînerait-elle des victimes ou dommages additionnels? »

Tableau 1 Classement des barrages d'après les conséquence d'une rupture (ACB, 1999)

Niveau des conséquences	Conséquence additionnelle possible d'une rupture	
	Sécurité des personnes	**Aspects socioéconomiques, financiers et environnementaux**
Très important	Grand nombre de victimes	Dommages extrêmes
Important	Quelques victimes	Dommages importants
Faible	Aucune victime à prévoir	Dommages modérés
Minimal	Aucune victime	Dommages mineurs ailleurs que sur la propriété de son propriétaire

Les *Directives* établissent un lien entre les exigences de conception, de construction, d'exploitation, d'entretien et de surveillance du barrage et le niveau des conséquences. La conception, par exemple, est basée sur une crue de projet et une résistance aux charges séismiques bien précises. Les *Directives* décrivent en outre les exigences relatives à un Plan de mesures d'urgence et à des Évaluations de la sécurité.

Les *Directives* attribuent la responsabilité de la sécurité des barrages au propriétaire du barrage. Cette responsabilité est également assujettie aux lois de la compétence où se déroule le projet.

Finalement, les *Directives* recommandent la création d'un organisme de réglementation provincial exerçant un certain nombre de responsabilités, notamment le pouvoir de faire des lois sur la sécurité des barrages, la tenue d'un répertoire des barrages et la surveillance de la procédure de sécurité des barrages.

2.3.2 Association canadienne de l'électricité

L'Association canadienne de l'électricité (ACE) a été créée en 1891; elle est la principale tribune nationale et le porte-parole du secteur de l'électricité au Canada. Les entreprises de services publics membres de l'ACE représentent environ 95 pour 100 de la puissance génératrice installée du Canada. De même, plusieurs centaines d'autres sociétés affiliées et membres individuels sont regroupés à l'intérieur de la vaste structure de l'ACE.

La priorité absolue de l'ACE consiste à présenter le point de vue de l'industrie aux décideurs et organismes de réglementation, d'une manière convaincante et cohérente. Par l'intermédiaire de l'Association, les membres déterminent et analysent les problèmes, puis établissent les positions de principe communes de l'industrie, contribuant ainsi à l'avancement de son plan d'action. Les questions examinées ont des ramifications mondiales, nationales et régionales.

En janvier 2000, les membres de l'ACE ont formé le Groupe de travail sur la protection des infrastructures essentielles (PIE) et lui ont confié le mandat de coordonner les activités, de partager les pratiques exemplaires et d'établir des liens avec le gouvernement fédéral. Le groupe de travail a mis au point un site intranet destiné au partage d'information; il a mis en œuvre des méthodes de coordination des activités avec le North American Electric Reliability Council (NERC) et d'autres partenaires; élaboré et mis en œuvre un Système d'avertissement rapide pour les menaces à l'infrastructure électrique; et travaillé en étroite collaboration avec le gouvernement fédéral.

L'ACE a également mis au point un volet recherche doté d'une identité distincte – CEA Technologies Incorporated (CEATI). CEATI partage de l'information, détermine les priorités de la recherche et finance la recherche sur de nombreux aspects de la production d'électricité, y compris la sécurité des barrages. Une recherche s'impose pour élaborer et évaluer de nouvelles méthodes diagnostiques, techniques de surveillances et outils d'évaluation de la stabilité et la sécurité des barrages actuels. De plus, des techniques et matériaux de réparation nouveaux peuvent réduire le coût des améliorations nécessaires à la sécurité des barrages. Au chapitre de la recherche, les intérêts actuels du Groupe d'intérêt sur la sécurité des barrages, dont les membres proviennent de plusieurs pays, sont les suivants :

- évaluation des risques liés à la sécurité des barrages;
- recours à des méthodes géophysiques pour le diagnostic et la surveillance des barrages en terre;
- érosion et phénomène du « renard » dans les barrages;
- fiabilité des installations d'évacuation;

- surcharge de glace;
- probabilité (fréquence) des inondations extrêmes.

Le premier volume de la série prévue de quatre volumes, *Guide for Risk Assessment of Dam Safety*, a été diffusé.

2.4 Législation

Dans la pratique, tous les gouvernements provinciaux ont confié la responsabilité de la sécurité des barrages à des ministères ou organismes particuliers. La plupart ont des systèmes de délivrance de permis pour la construction de barrages, mais relativement peu d'entre eux disposent d'une législation particulière sur la sécurité des barrages ou assurent la surveillance de la sécurité des barrages prévue dans les lois. Le tableau 2 résume l'actuel cadre législatif. Dans les sections qui suivent, il sera question de quelques-unes de plus importantes dispositions législatives, provinciales et fédérales. Vous trouverez dans Smith (2003) une discussion plus approfondie sur ce sujet.

Tableau 2 Résumé de la législation sur la sécurité des barrages (d'après Smith, 2003)

Province	Organisme	Législation sur la sécurité des barrages	Règlement	Directives	Permis	Nombre de barrages
C.-B.	Land and Water BC	*Water Act*	Oui	Oui	Oui	2 600
Alberta	Environnement	*Water Act*	Oui	Oui	Oui	1 400
Sask.	Watershed Authority	Non	Non	Non	Oui	1 300
Man.	Conservation	Non	Non	Non	Oui	570
Ontario	Ressources naturelles	*Loi sur l'aménagement des lacs et des rivières*	Non	Ébauche	Oui	2 400
Québec	Environnement	*Loi sur la sécurité des barrages*	Oui	Non	Oui	5 200
N.-B.	Environnement et gouvernements locaux	*Loi sur l'assainissement de l'eau*	Oui	Non	Oui – nouveaux barrages et modifications	240
N.-É.	Environnement et Travail	Non	Non	Utilise celles de l'ACB	Oui	200
T.-N.-L.	Environnement et Travail	Non	Non	Non	Oui	500
Î.-P.-É.	Pêches, aquaculture et environnement	Non	Non	Non	—	0
Yukon	MAIN[1]	Non	Non	—	Oui	21
T.-N.-O.	MAIN	Non	Non	ACB	Oui	Faible
Nunavut	MAIN	Non	Non	—	Oui	0

[1] Le Yukon en a pris la responsabilité le 1er avril 2003.

2.4.1 Colombie-Britannique

Selon la *Water Act* de la C.-B., les barrages sont des ouvrages. La province a adopté son *Dam Safety Regulation* découlant de cette loi en 2000 (British Columbia, 2000). Le *Dam Safety Regulation* attribue aux propriétaires de barrages la responsabilité de l'inspection des barrages, des rapports à présenter et de l'entretien de leurs barrages à un niveau de soin et de diligence susceptible de réduire au minimum les risques qui leur sont associés. La province fournit certains documents d'orientation sur les inspections que doivent faire les propriétaires de barrages (British Columbia, 1998).

Dans le *Règlement,* on retrouve un guide des conséquences en aval réparties en quatre niveaux et des indications sur les inspections de la sécurité des barrages, les tests et autres exigences rattachées à chacun des niveaux. Lorsque les conséquences en aval sont très élevées et élevées, un plan de mesures d'urgence doit être établi. Des rapports sur la sécurité des barrages doivent être remis à un agent provincial de la sécurité des barrages. L'inspecteur a le pouvoir d'ordonner des inspections et de prendre d'autres mesures dans l'intérêt de la sécurité du public.

Land and Water BC Inc., une société d'État provinciale, est responsable de la sécurité des barrages dans la province. BC Hydro, un important propriétaire de barrages, dispose également d'un vaste programme interne de sécurité des barrages subordonné à une surveillance provinciale.

La Colombie-Britannique dresse une liste d'environ 2 600 barrages dans un répertoire électronique. Le répertoire fait état des barrages aux conséquences « élevées » et « très élevées ». On peut accéder à la liste au moyen d'une interface cartographique Internet.

2.4.2 Québec

Au Québec, la *Loi sur la sécurité des barrages* et le *Règlement* s'y rapportant sont entrés en vigueur en 2002. La *Loi* définit trois niveaux pour les barrages à forte contenance et un niveau pour les barrages à faible contenance assujettis à la réglementation. Elle définit six niveaux pour les conséquences de rupture, d'après une cartographie des zones inondées en aval. Tous les barrages à forte contenance doivent faire l'objet d'une évaluation de la sécurité entre trois et dix ans après leur mise en exploitation, selon les conséquences de la rupture. Des rapports doivent être présentés au ministère de l'Environnement. Des plans de mesures d'urgence doivent être élaborés pour chaque barrage dont le niveau des conséquences est considéré « moyen », « important », « très important » ou « considérable ».

Des dispositions spéciales sont prévues pour les propriétaires de dix barrages ou plus. Hydro-Québec possède sa propre organisation de sécurité des barrages, laquelle exerce ses activités sous la surveillance de la province.

Le Québec a également constitué un répertoire en direct de l'ensemble de ses 5 200 barrages. On y accède grâce à une interface cartographique.

2.4.3 Alberta

En 1978, l'Alberta est devenue la première province à promulguer des règlements sur la sécurité des barrages. La *Water Act* (1996) et le *Water (Ministerial) Regulation* (1998) exigent l'obtention d'un permis pour tout barrage d'une hauteur supérieure à 2,5 m ou dont le volume des eaux retenues dépasse les 30 000 m^3. Le *Règlement* de 1999 établit une échelle des conséquences additionnelles identique à celle de l'ACB (1999). Le *Règlement* exige la rédaction d'un plan de mesures d'urgence, d'un plan d'action en cas d'inondation et d'un manuel d'exploitation, d'entretien et de surveillance.

Le *Règlement* est rédigé de telle manière que le propriétaire doit donner suite à une demande du ministère de l'Environnement de l'Alberta plutôt que d'être contraint de remplir certaines tâches et de présenter les résultats au Ministère. Dans la pratique, le résultat est très semblable.

2.4.4 Ontario

La *Loi sur l'aménagement des lacs et des rivières* de l'Ontario a été introduite en 1927, suite au regroupement de différentes dispositions législatives. Elle a été considérablement révisée en 1960 et en 1998 et depuis, elle n'a fait l'objet que de légères modifications, la plus récente datant de 2002. La *Loi* autorise précisément le ministre des Ressources naturelles à faire des règlements régissant la conception, la construction, l'exploitation, l'entretien et la sécurité des barrages. (Elle oblige en outre la province à rendre des ordonnances concernant les niveaux d'eau qui soient conformes aux exigences de la Commission mixte internationale, le cas échéant.)

La *Loi* exige l'examen et l'approbation des nouveaux barrages, mais elle ne fait pas état de la sécurité des barrages. La *Loi* accorde à la province l'autorisation d'ordonner des modifications aux niveaux des réservoirs et d'examiner les plans de fonctionnement des réservoirs. Un examen d'envergure provinciale des plans de fonctionnement des barrages hydroélectriques est actuellement en cours. Il s'agit d'une occasion d'évaluer les débits réservés et autres questions ayant des répercussions sur la sécurité des barrages.

La province dispose depuis 1960 d'un programme de sécurité des barrages axé sur la conception et la construction de nouveaux barrages et sur les améliorations aux barrages existants. Bien qu'elle exerce une importante surveillance de la sécurité des barrages au moyen de lignes directrices internes, la procédure dépend des situations portées à l'attention des administrateurs. L'exploitation d'un barrage non sécuritaire ne constitue pas une infraction. En 1999, le ministère des Ressources naturelles a créé un groupe de travail chargé d'examiner les questions stratégiques liées à l'ébauche de Lignes directrices sur la sécurité des barrages de l'Ontario. Cette ébauche a été rédigée en 2000, mais elle n'a pas encore été promulguée. On prévoit que la province rendra obligatoire la sécurité des barrages et qu'elle établira des exigences à tout le moins aussi rigoureuses que celles précisées dans les *Directives* de l'ACB.

Ontario Power Generation a sa propre organisation de sécurité des barrages surveillée par la province. À l'instar de certaines autres compétences, l'Ontario envisage de se dessaisir de son réseau de production et d'autoriser l'ajout de production d'électricité aux barrages existants. Cette mesure accroît le défi sur le plan de la réglementation, tout particulièrement dans les bassins où l'on retrouve plus d'un propriétaire de barrage.

2.4.5 Autres provinces

Les autres provinces disposent de systèmes de délivrance de permis pour autoriser de nouveaux barrages et elles exigent que les plans soient approuvés par un ingénieur professionnel. Les approbations sont souvent basées sur les *Directives relatives à la sécurité des barrages* de l'ACB. Les propriétaires de barrages sont contraints d'entretenir leurs ouvrages, mais les évaluations complètes de la sécurité des barrages existants effectuées par la province sont rares.

Au moins une province dispose d'une réglementation séparée pour les bacs de décantation des résidus et les ouvrages de rétention d'eau. Elle le fait en vertu de dispositions législatives distinctes et une surveillance est exercée par des ministères différents.

De façon générale, la sécurité des barrages est assurée par les propriétaires conformément à la procédure de diligence raisonnable, au moyen des directives internes ou des *Directives* de l'ACB ou, peut-être, en respectant des lignes directrices provinciales non officielles et non soutenues par des dispositions législatives. Les sociétés d'État (notamment Manitoba Hydro ou la Société d'Énergie du Nouveau-Brunswick) qui exploitent de gros ouvrages se sont dotées d'organisations internes de sécurité des barrages.

2.4.6 Législation fédérale

Dans chacun des trois territoires du Nord, des Offices des eaux créés en vertu des pouvoirs conférés par la *Yukon Waters Act* et les *Northwest Territories Waters Acts* (législation fédérale) autorisent les diverses parties à nommer des membres. (L'Office des eaux du Nunavut a initialement été créé en vertu de la *Northwest Territories Waters Act*.) Ces Offices ont le pouvoir d'établir et d'émettre des permis pour les projets de mise en valeur des ressources naturelles. Ils s'attaquent à la sécurité des barrages en établissant et en renouvelant des permis pour les barrages hydroélectriques et en délivrant des permis pour les travaux d'exploitation minière qui donnent lieu à la construction de bacs de décantation des résidus. Aucun règlement sur la sécurité des barrages proprement dit n'a été rédigé, mais les détenteurs de permis sont obligés de suivre les *Directives* de l'ACB. Entre autres exigences, ils doivent faire des évaluations périodiques de la sécurité des barrages et établir des plans de mesures d'urgence.

La *Loi sur les forces hydrauliques du Canada* (Canada, 1985b), mise en application par AINC, donne à la Couronne fédérale l'autorisation d'aménager de l'énergie hydroélectrique sur les terres fédérales ou d'accorder des permis pour ces aménagements. Dans les faits, ce droit porte presque exclusivement sur les terres fédérales situées dans les provinces. Certains projets dans les parcs nationaux de Banff et de Jasper ont bénéficié de tels permis il y a plusieurs années.

La *Loi sur les ouvrages destinés à l'amélioration des cours d'eau internationaux* (Canada, 1985), loi concernant la construction, la mise en service et l'entretien d'ouvrages destinés à l'amélioration de cours d'eau internationaux, résulte de conflits fédéraux/provinciaux survenus pendant la négociation du Traité du Columbia dans les années 1960. La *Loi*, mise en application par Environnement Canada, précise que tout projet ayant une incidence sur l'écoulement des eaux des cours d'eau qui coulent d'un endroit du Canada à un endroit situé aux États-Unis doit obtenir un permis en vertu de la *Loi*. On retrouve également une disposition sur les « exceptions ». La *Loi* précise que l'ouvrage doit être construit conformément aux lois provinciales, sauf dans la mesure où ces lois sont incompatibles avec la présente *Loi*. Ainsi, si les lois provinciales sont muettes sur la sécurité des barrages, la *Loi* et son *Règlement* n'imposent automatiquement aucune exigence.

2.5 Discussion

Le Canada compte plusieurs centaines de grands barrages et la rupture de l'un d'eux aurait de graves conséquences sur les activités et propriétés en aval. Dans la plupart des cas, il s'agit de barrages hydroélectriques appartenant à des sociétés d'État provinciales qui, en général, en possèdent plusieurs. Grâce à une diligence raisonnable normale, elles ont généralement un bon dossier en matière de sécurité des barrages, même en l'absence de dispositions législatives provinciales ou de surveillance officielle par un organisme provincial. De même, la plupart des

provinces ont un système de délivrance de permis qui exige un examen approfondi des propositions de nouveaux barrages ou des modifications aux barrages actuels, du point de vue de la sécurité et autres points de vue.

Il semble que la faiblesse du système actuel soit le manque évident de surveillance de la part des provinces. La Colombie-Britannique, le Québec et l'Alberta font manifestement exception. Un nombre considérable de Canadiens dépendent donc des efforts volontaires des fonctionnaires provinciaux et des propriétaires de barrages pour assurer la protection de l'intérêt public.

Il est peu probable que les barrages plus anciens répondent aux normes contemporaines en matière de sécurité. Les lacunes peuvent être de nature hydrologique, c'est-à-dire que ces barrages ne sont peut-être pas en mesure de résister en toute sécurité aux crues de projet d'aujourd'hui; ou de nature structurelle, c'est-à-dire que leur structure n'est peut-être pas assez stable pour résister aux charges courantes. La vulnérabilité relativement élevée de ces ouvrages peut être réduite en les soumettant à des évaluations approfondies de la sécurité qui donneront lieu à l'application de mesures d'atténuation. De nombreuses provinces exigent l'obtention de permis pour les modifications aux barrages; cette façon de faire permet aux organismes de réglementation d'exercer une certaine surveillance. Les barrages vieillissants, tout particulièrement, ont retenu l'attention de la Commission mixte internationale (CMI, 1998).

Smith (2003) relève un certain nombre de points relatifs à la sécurité des barrages qui devraient être traités dans la législation sur la sécurité des barrages. Ce sont :

- la sécurité publique – la protection du public contre les dangers associés à l'exploitation des barrages;
- les compétences professionnelles des évaluateurs de la sécurité des barrages;
- les plans de mesures d'urgence, notamment les tests, et l'actualisation de ces plans;
- les exigences concernant l'inspection des barrages;
- les exigences concernant les propriétaires de barrages multiples dans un même bassin;
- les tests réguliers de l'équipement de régulation du débit.

Compte tenu de l'actuel niveau de surveillance non officielle dans certaines provinces, ces questions ne sont peut-être pas traitées de manière à assurer la confiance du public. Cela dit, Smith (2003) observe qu'environ 64 pour 100 des barrages canadiens sont assujettis aux règlements actuels sur la sécurité des barrages. Ce pourcentage passera à 80 pour 100 lorsque l'Ontario promulguera sa *Loi* et à plus de 90 pour 100 si le Manitoba et Terre-Neuve-et-Labrador devaient promulguer leurs lois.

Certains gouvernements provinciaux prennent actuellement des mesures pour se dessaisir des services publics d'électricité ou pour instaurer des mécanismes susceptibles d'accroître la participation du secteur privé au secteur de l'énergie électrique. Toutefois, ces mesures pourraient créer un problème, soit qu'on pourrait retrouver de multiples propriétaires de barrages hydroélectriques dans certaines compétences. Alors qu'actuellement, les gros services publics ont leur propre service de sécurité des barrages, la propriété fragmentée des barrages pourrait donner lieu à l'élimination ou à l'affaiblissement de tels mécanismes d'évaluation internes. En outre, nombre de projets assujettis à la déréglementation peuvent être nouveaux et il est possible

que des installations hydroélectriques puissent être ajoutées aux ouvrages actuels, ce qui pourrait sous-entendre un changement de propriétaire. Avec ce dernier scénario, s'il s'agit de barrages vieillissants, il faudra que les provinces exercent une surveillance beaucoup plus concertée et officielle.

Le changement du climat mondial pourrait compromettre la sécurité des barrages canadiens. L'un des facteurs clés de la sécurité des barrages est l'ampleur de la crue de projet (CP). En général, on peut s'attendre à ce que les chutes de pluie s'intensifient à mesure qu'augmente la moyenne des températures. Selon un calcul effectué pour l'Alberta (Figliuzzi, 1989), une hausse de température de un degré entraînera une hausse de 10 pour 100 des précipitations maximales probables (PMP). Il faut revoir périodiquement les calculs de PMP et les CP s'y rapportant, compte tenu surtout des scénarios de changement climatique. En ce moment, il semble qu'une telle évaluation soit faite pour les gros ouvrages à conséquences élevées, mais pas pour les plus petits ouvrages. Pentland et coll. (2002) fournit un exemple d'une telle évaluation.

Finalement, il y a la question des actes malveillants à l'égard des barrages et du niveau actuel d'activités à cet égard, aux États-Unis. Bien qu'on puisse affirmer sans se tromper qu'au Canada, aucun barrage n'a le symbolisme du Hoover Dam (ou peut-être du barrage de Grand Coulee), les grands barrages auxquels sont annexés de gros réservoirs situés en amont d'agglomérations pourraient être considérés particulièrement importants. Les barrages du fleuve Columbia, qui présentent un scénario de ruptures en cascade ayant, en bout de ligne, une incidence sur les États-Unis pourraient susciter des préoccupations particulières.

Même si elles visent en partie à régler des problèmes passés nullement reliés au terrorisme, les activités liées à la sécurité des barrages qui s'exercent actuellement aux États-Unis vont soulever des questions à savoir « Que fait le Canada? ». D'un point de vue national, le Canada pourrait être appelé à faire la preuve qu'il n'a rien à se reprocher. En outre, de possibles pressions exercées aux États-Unis en vue d'une application extraterritoriale de leurs lois ou pratiques pourraient forcer les entreprises qui exportent de l'énergie hydroélectrique à se conformer aux pratiques des États-Unis.

Exception faite des vastes responsabilités de SPPCC en matière de maintien de l'ordre et de sécurité nationale, le Ministère intervient directement dans les questions de sécurité des barrages de deux façons. D'abord, à titre d'administrateur des AAFCC, SPPCC sera contraint d'effectuer des paiements attribuables à une rupture de barrage dont les dommages excèdent le seuil provincial. (Toutefois, toute constatation relative à un délit civil ou à un manque de diligence raisonnable de la part du propriétaire du barrage rendrait le propriétaire, et non SPPCC, responsable des indemnisations.)

Ensuite, SPPCC est l'organisme à contacter pour les dossiers Canada-États-Unis portant sur la protection des infrastructures essentielles. L'administration des ressources en eau relève presque entièrement des provinces, et pourtant les relations internationales sont manifestement une responsabilité fédérale. Les barrages construits sur des cours d'eau menant aux États-Unis devraient intéresser SPPCC et de fait, SPPCC y consacre des efforts par l'intermédiaire du Groupe directeur bilatéral sur la protection des infrastructures essentielles.

2.5.1 Rupture de barrages

Le risque d'une rupture de barrages est faible, et pourtant les conséquences d'une telle rupture peuvent être considérables. L'objectif de la gestion des risques pour la sécurité consiste à évaluer et à atténuer les risques afin que les possibilités de rupture soient aussi faibles qu'on puisse raisonnablement s'y attendre (Bowles, 2001). Le US Bureau of Reclamation fixe à moins de 1:10 000 le seuil de probabilité annuelle de rupture de toutes sources au-delà duquel des mesures de réduction des risques doivent être prises (USBR, 1997). Fait intéressant, ce ratio correspond à la période de récurrence souvent reconnue d'une crue maximale possible.

Effondrements localisés sur le barrage WAC Bennett

En juillet 1996, un léger effondrement a été découvert sur la crête du barrage. Une enquête a révélé l'existence d'un problème majeur et d'un second effondrement sur le parement amont de ce barrage de 180 m. Pour assurer la sécurité du barrage pendant les réparations, le niveau d'eau du réservoir Williston (l'un des 10 plus gros du monde) a été fortement abaissé.

Ces effondrements s'étaient produits

Tous les barrages s'inscrivent dans deux vastes catégories – les barrages en terre et les barrages en béton – et leur mode de rupture est quelque peu différent. Le document British Columbia (1998) présente une discussion simplifiée des modes de rupture.

La rupture d'un ouvrage en terre (terre ou enrochement) peut provoquer une érosion externe, soit du déversoir soit de la digue proprement dite. Elle peut être le résultat d'une mauvaise conception ou d'un entretien inadéquat.

L'érosion interne ou l'affouillement du sol est une autre forme de rupture d'un barrage. En effet, la force d'érosion sous l'action de l'eau qui s'infiltre dans la digue déplace les matériaux de remblai au point où le barrage se rompt. Des inspections courantes peuvent permettre de détecter de potentiels affouillements localisés.

Il peut y avoir des défaillances de structure dans les fondations, les appuis latéraux ou la digue proprement dire. De même, les défaillances de structure des sorties riveraines, des vannes et autres dispositifs semblables peuvent provoquer une rupture du barrage. Les défaillances structurelles peuvent être attribuées à des lacunes de conception, de construction ou d'entretien.

Les barrages en béton connaissent des défaillances structurelles et souvent, sans beaucoup d'avertissement. La cause la plus courante des défaillances est le déversement intempestif. Le barrage peut se renverser ou encore ses fondations ou appuis latéraux peuvent se briser. Ces défaillances peuvent être attribuable à des problèmes de conception ou de construction. Un début de rupture est beaucoup plus difficile à détecter dans un barrage en béton que dans un barrage en terre.

Des ingénieurs professionnels conçoivent et supervisent la construction des barrages canadiens respectant des normes élevées. Les propriétaires de grands barrages disposent également d'employés techniques chargés d'exploiter et d'entretenir leurs barrages conformément aux

procédures documentées. La surveillance systématique et les évaluations de la sécurité des barrages assurent également la sécurité des barrages.

Les évaluations périodiques sont particulièrement importantes dans le cas des barrages vieillissants qui n'ont pas été construits selon les normes contemporaines. Ces évaluations devraient faire état des risques qu'ils présentent et des mesures d'atténuation possibles.

Le sabotage d'un grand barrage est possible, mais il exigerait des connaissances et de l'équipement spécialisés. La provocation d'une fracture dans un barrage en terre, tout en laissant la force d'érosion du réservoir de vidange finir le travail, est un scénario vraisemblable, mais les dommages délibérés aux vannes et autres structures auxiliaires représentent un scénario plus probable.

Certains propriétaires de barrages canadiens ont cessé d'offrir au public des visites guidées des barrages et en ont restreint l'accès aux sites depuis septembre 2001. Les mesures prises pour protéger le public contre les dangers associés aux barrages et à l'exploitation des barrages accroissent tangentiellement la sécurité des installations.

2.5.2 Système SCADA

Les propriétaires de barrages utilisent le Système d'acquisition et de contrôle des données (SCADA) pour surveiller le rendement de leurs barrages et réservoirs et pour exploiter les vannes et autres installations. Selon le classement des conséquences de la rupture d'un barrage, la surveillance peut consister simplement à lire un certain nombre de jauges manuelles selon un calendrier déterminé et à enregistrer les résultats. Ou encore, un système SCADA commandé par ordinateur peut saisir et enregistrer les données d'exploitation nécessaires. Même lorsqu'un barrage compte du personnel sur place, son exploitation peut être commandée à partir d'un centre des opérations à distance.

Suivant un scénario, des saboteurs pourraient pirater un système SCADA et manipuler les vannes ou canalisations, par exemple, d'une conduite forcée. Toutefois, les exploitants de barrages n'ont pas l'habitude d'utiliser le réseau téléphonique public commuté ou Internet comme mode de transmission des commandes de contrôle en raison des évidents problèmes potentiels causés par une interception des communications, par des virus et par du piratage courant. Les systèmes SCADA fonctionnent généralement grâce à des réseaux spécialisés à micro-ondes ou d'entreprise, lesquels sont loués auprès du réseau public, et ils sont isolés des autres systèmes de communication par un « entrefer ».

Certains exploitants se servent effectivement d'Internet pour les données en lecture seule provenant du système SCADA. La façon de faire habituelle consiste à relier les capteurs du projet à un ordinateur distinct qui, lui, peut être consulté par intranet ou sur Internet.

Il n'existe pas de cas répertorié de piratage du système de commande d'un grand barrage hydroélectrique. Un scénario plus probable est celui d'une action malveillante de la part d'une personne bien informée, notamment un employé mécontent qui connaît le système. Et il est plus probable que cette personne attendra que l'état des rivières et des réservoirs soit tel qu'il causera un maximum de dommages.

Il n’en demeure pas moins que la sécurité informatique devrait être un élément important de la sécurité des barrages. Même si les systèmes SCADA devraient être isolés, il est difficile de cartographier le réseau informatique d’un important service public et un système de commande pourrait être incorrectement relié aux réseaux téléphoniques publics ou à Internet par de nombreux moyens indirects possibles. Selon Computerworld (janvier 2002), 80 pour 100 de toutes les attaques sont lancées depuis l’intérieur du pare-feu d’un réseau. Toute évaluation de la sécurité du système SCADA devrait donc inclure une évaluation du risque de dommages causés par une personne de l’intérieur.

2.6 Conclusions

Le gouvernement fédéral n’exerce que peu ou pas de responsabilités directes de surveillance de la sécurité des barrages au Canada. Contrairement aux États-Unis, où le gouvernement fédéral est responsable de 10 pour 100 des barrages du pays et où il est responsable, en vertu des règlements, des barrages de toute importance, le régime de sécurité du Canada consiste en un ensemble disparate d’exigences législatives provinciales, de conditions de délivrance de permis pour les projets, de surveillance officieuse et de mesures de diligence raisonnable professionnelles. Comme l’a souligné l’étude de la Commission mixte internationale (1998), le Canada se compare de manière peu favorable aux États-Unis pour ce qui est de l’assurance d’un régime d’inspections régulières et de surveillance transparente de la sécurité des barrages, particulièrement dans le cas des barrages petits et vieillissants.

L’Association canadienne des barrages assure un leadership professionnel, en ce qui concerne l’élaboration et la promotion de directives communes sur la conception et l’exploitation des barrages tandis que CEATI appuie la recherche sur les questions de sécurité des barrages. Dans l’ensemble, les normes techniques de conception et de construction des barrages sont élevées au Canada. Les procédures réglementaires et opérationnelles mises en application en ce qui concerne les plus gros barrages et au moins trois des provinces (C.-B., Alberta et Québec) semblent adéquates. Il existe un danger, surtout dans les provinces qui comptent peu de barrages, que la surveillance soit insuffisante et que l’on compte trop fortement sur la chance plutôt que sur la bonne gestion.

Les nouvelles menaces aux infrastructures proférées par les terroristes ou les actions malveillantes n’ont pas encore été intégrées aux méthodologies officielles des groupes qui évaluent les risques et la vulnérabilité des barrages au Canada. Cette situation peut être le résultat d’une complaisance, d’un manque de sensibilisation aux menaces et aux façons de les évaluer, d’une impression que la menace semble faible, particulièrement en ce qui concerne les cyberattaques, ou d’un consensus selon lequel les mesures ponctuelles déjà adoptées pour la protection matérielle des barrages sont suffisantes.

Le Canada n’a pas de données fondamentales regroupées sur les barrages actuels et sur les conséquences précises de leur rupture. Les barrages dont le classement en fonction des conséquences correspond aux catégories « Très élevée » ou « Élevée » de l’Association canadienne des barrages doivent être recensés. La liste pourrait facilement comporter un millier de barrages ou davantage. À l’heure actuelle, à l’exception de la Colombie-Britannique et du Québec, cette information n’est disponible que dans des dossiers provinciaux internes.

Les barrages relèvent presque entièrement de la compétence des provinces et le nombre de barrages appartenant au gouvernement fédéral est faible. Aucun des barrages fédéraux n'est susceptible de figurer dans un répertoire d'infrastructures essentielles. Il est donc impossible que le gouvernement fédéral prêche par l'exemple dans les dossiers relatifs à la sécurité des barrages.

3.0 Infrastructure – Voie maritime du Saint-Laurent

3.1 Introduction

Les Grands Lacs et la Voie maritime du Saint-Laurent sont une voie de transport essentielle entre le centre industriel de l'Amérique du Nord et l'océan Atlantique. L'intérêt que porte SPPCC à la Voie maritime est lié à son état manifeste d'infrastructure essentielle et à sa situation binationale.

De nombreux aspects liés à la sécurité et à la protection concernent les Grands Lacs/le Saint-Laurent et en aucune façon ils sont entièrement reliés à l'eau ou à l'infrastructure hydraulique. Les questions de sécurité peuvent être rattachées aux navires et aux matériaux transportés par les navires, au contrôle de la circulation des navires, aux ponts et autres moyens permettant de franchir les chenaux, aux débits et niveaux ainsi qu'aux barrages, aux écluses et aux digues. Une discussion approfondie de toutes ces questions dépasserait la portée du présent rapport. Vous trouverez plutôt ci-après une brève discussion sur les questions qui portent précisément sur l'eau.

3.2 Contexte

La Voie maritime du Saint-Laurent est une voie navigable binationale qui relie le golfe du Saint-Laurent au cœur du continent nord-américain sur une distance de 3 700 km (8,5 jours de navigation). Elle a été inaugurée en 1959 suite à un élargissement des voies de navigation antérieures. Les navires ayant une longueur maximale de 222,5 m, un barrot de 23,8 m et un tirant d'eau de 7,9 m peuvent franchir le système. Autrement dit, les navires capables de transporter 25 000 tonnes.

Le bassin des Grands Lacs que traverse la Voie maritime s'étend sur deux provinces canadiennes et huit États américains. Plus du quart de la population canadienne – 8,5 millions de Canadiens – vit dans la zone du bassin et une proportion encore plus importante de l'activité économique du pays s'y déroule. De plus, environ 25 millions de résidants américains vivent dans cette zone qui accueille une portion importante de l'économie américaine.

La portion canadienne de la Voie maritime inclut cinq des sept écluses entre Montréal et le lac Ontario ainsi que le canal Welland (huit écluses) entre les lacs Ontario et Érié. La portion américaine comprend les deux autres écluses du tronçon qui sépare Montréal du lac Ontario, plus le canal St. Mary's (quatre écluses parallèles) qui relie le lac Huron au lac Supérieur. (Une petite écluse du côté canadien du canal St. Mary's Falls peut accueillir les embarcations de plaisance.)

L'aménagement de la Voie maritime a également entraîné un aménagement hydroélectrique le long du Saint-Laurent. La New York Power Authority et Ontario Power Generation sont les propriétaires de ces installations. (Great Lakes Power possède une installation hydroélectrique à Sault Ste. Marie.)

La Voie maritime est principalement utilisée comme voie de transport économique pour le vrac (céréales, minerai de fer, houille et autres produits). Les biens finis composent moins de 10 pour 100 du poids des biens expédiés. Depuis 1959, plus de deux milliards de tonnes de fret d'une valeur estimative de 300 milliards de dollars US ont été transportés entre le Canada, les États-Unis et près de 50 autres pays.

Du côté canadien comme du côté américain, la responsabilité de la Voie maritime relève du gouvernement fédéral. La Corporation de gestion de la Voie maritime du Saint-Laurent, une entreprise sans but lucratif constituée par lettres patentes, exploite la portion canadienne de la Voie maritime en vertu d'une entente à long terme avec Transports Canada. Les droits de péage exigés servent à payer les frais d'exploitation et d'entretien. Le gouvernement fédéral conserve des actions participatives dans ce projet. La St. Lawrence Seaway Development Corporation, une entité américaine semblable, exploite les deux écluses à proximité de Messena, N.Y., tandis que le US Army Corps of Engineers exploite les écluses du canal St. Mary's.

Les Gardes côtières, canadienne et américaine, offrent des services de navigation relatifs à la Voie maritime. Transports Canada règlemente la portion canadienne de la Voie maritime en vertu de la *Loi maritime du Canada* et il est également responsable du Centre canadien d'urgence transport (CANUTEC), qui aide les intervenants en cas d'urgence à s'occuper des urgences liées à des marchandises dangereuses. Le Ministère a cédé l'exploitation des ports aux administrations locales.

Transports Canada veille aux intérêts fédéraux à l'égard de la sécurité maritime et non maritime. Transports Québec a des responsabilités semblables dans la portion de la Voie maritime qui relève de cette province. Pour ce qui est des responsabilités en matière de sécurité à l'égard des portions américaines de la Voie maritime, elles sont complexes et le Corps of Engineers a des obligations importantes à remplir. Les deux Corporations de gestion de la Voie maritime exercent également des activités liées à la sécurité, à l'interne.

Plusieurs ordonnances d'approbation de la Commission mixte internationale s'appliquent aux aménagements de la Voie maritime du Saint-Laurent. En outre, quatre des cinq Grands Lacs, certaines portions des voies interlacustres et le Saint-Laurent proprement dit sont des eaux limitrophes telles que définies en vertu du Traité des eaux limitrophes conclu entre le Canada et les États-Unis en 1909.

On a donc de plusieurs raisons d'examiner les questions relatives au réseau Grands Lacs/Saint-Laurent dans un contexte binational.

3.3 Sécurité et protection

La Voie maritime fait partie intégrante du réseau de transport du Canada et des États-Unis. Il s'agit sans aucun doute d'une infrastructure de transport essentielle qui entraînerait de graves perturbations économiques si son intégrité ne pouvait être assurée. Les menaces à la Voie maritime sont sensiblement les mêmes que celles associées à la sécurité des barrages, mais il faut y ajouter les complications additionnelles que représentent les navires et les matériaux qu'ils transportent, le contrôle de la circulation maritime, les ponts et autres modes de traversée des cours d'eau. Des terroristes pourraient rendre hors service des navires, dans les écluses de la Voie maritime, et paralyser ainsi tout le système. De même, les accidents de transport de marchandises dangereuses ou explosives par navire pourrait avoir les mêmes conséquences.

Eu égard aux ressources en eau, le principal problème ayant une incidence sur le transport de marchandises sur la Voie maritime est celui du contrôle des niveaux et des débits. Les ouvrages construits sur la rivière St. Mary, à la sortie du Lac Supérieur, et les ouvrages du fleuve Saint-Laurent, à proximité de Cornwall, contrôlent les niveaux du Lac Supérieur et du Lac Ontario respectivement. Ces constructions sont assujetties aux ordonnances d'approbation de la Commission mixte internationale et la Commission a la responsabilité courante de veiller à ce que les constructions soient exploitées conformément aux exigences du Traité sur les eaux limitrophes. Ainsi, les débits et niveaux sont réglementés équitablement.

La réglementation a d'importantes répercussions sur le transport maritime. Lorsque les débits sont faibles, les sociétés de transport maritime doivent réduire leur tirant d'eau en abaissant le tonnage transporté. De là, une hausse du coût du transport maritime. Si les faibles niveaux se prolongent, ils nécessiteront peut-être un dragage accru. Ces bas niveaux pourraient aussi avoir une incidence sur les prises d'eau des municipalités. Par ailleurs, des débits élevés peuvent provoquer de forts courants dans les chenaux de communication, lesquels représentent un danger pour le transport maritime. Les niveaux élevés accentuent également l'érosion des berges et exposent les zones côtières de faible altitude à un risque d'inondation accru. Les extrêmes peuvent aussi avoir des répercussions sur les habitats fauniques. Les niveaux des lacs et du Saint-Laurent sont périodiquement soumis à des extrêmes qui mettent à l'épreuve la capacité des régimes de réglementation de répondre aux besoins du transport maritime et des nombreux autres intérêts qui dépendent des Grands Lacs.

Incident du canal Welland

Le 11 août 2001, le vraquier *Windoc* heurtait le pont n° 11, sur le canal Welland, et causait des dommages considérables au pont et au navire. Le navire s'est échoué 700 m en aval du pont.

Les déplacements sur le canal ont

Le changement du climat mondial peut avoir des répercussions à long terme sur les niveaux des lacs. Bien qu'il soit trop tôt pour affirmer quoi que ce soit, la meilleure preuve dont on dispose semble suggérer à tout le moins qu'il y aura un abaissement des niveaux moyens (CMI, 1999).

La question de la sécurité des barrages a été traitée de façon assez détaillée dans la section précédente. L'intégrité structurale des barrages et des digues associés à la Voie maritime peut avoir une incidence sur la sécurité de la Voie maritime proprement dite.

De même, les ponts et autres installations qui enjambent la Voie maritime doivent être protégés par leurs propriétaires et entretenus de manière à ne représenter aucune menace pour la navigation. Cela dit, le transport maritime sur la Voie maritime représente sans doute une plus grande menace pour les traversées que *vice versa*. Les conséquences d'une perturbation du transport maritime sur la Voie maritime, toutefois, sont plus grandes que la perte d'une seule traversée.

3.4 Conclusions

Puisqu'il s'agit d'une voie maritime binationale, la question de la sécurité de la Voie maritime du Saint-Laurent revêt une importance stratégique pour le Canada comme pour les États-Unis.

4.0 Infrastructure – Eau et eaux usées

4.1 Introduction

La plupart des ménages canadiens dépendent des réseaux municipaux d'eau et d'assainissement réglementés par leur province pour l'alimentation en eau et l'enlèvement des déchets. Ces infrastructures représentent une importante responsabilité et de gros investissements publics.

Du point de vue du gouvernement fédéral, les réseaux d'eau et d'assainissement sont des infrastructures essentielles et leur potentiel de rupture suite à un quelconque danger a des répercussions sur la protection civile. La principale préoccupation consiste à assurer le maintien d'un approvisionnement en eau suffisant et de qualité convenable pour répondre aux besoins des Canadiens en situation de menace attribuable à des risques naturels, à des accidents ou à des actes malveillants. Combien de temps un noyau urbain à forte densité de population pourrait-il fonctionner si les toilettes sont hors d'usage? Les conséquences d'une ville devant exercer ses activités pendant des jours ou des semaines sans eau pour l'évacuation de ses eaux usées ou devant compter sur l'eau embouteillée permettent de constater à quel point il est essentiel d'avoir un bon approvisionnement en eau et à quel point tous le autres types d'infrastructure dépendent des services de base d'alimentation en eau.

Le ministère de la Défense nationale dispose d'une petite Équipe d'intervention en cas de catastrophe (DART) capable d'assurer un approvisionnement d'urgence en eau potable. Toutefois, cette Équipe ne serait pas en mesure de répondre aux besoins d'un gros centre urbain dans le cadre d'une situation d'urgence de rupture des approvisionnements en eau.

4.2 Contexte

Les infrastructures hydrauliques comprennent les sources d'eaux de surface et d'eaux souterraines non traitées destinées à un usage municipal, industriel, agricole et public. Elles comprennent les barrages, les réservoirs, les aqueducs et les canalisations contenant et transportant des eaux brutes ainsi que les installations de traitement qui éliminent les contaminants des eaux brutes. Les réservoirs d'eau prête au débit et les systèmes de distribution aux usagers, de même que les installations de collecte et de traitement des eaux usées font également partie de cette infrastructure.

La fourniture d'eau potable et les infrastructures municipales connexes relèvent de la compétence provinciale. Le gouvernement fédéral exerce cette responsabilité sur les terres fédérales, notamment dans les parcs nationaux et les réserves des Premières nations et dans les territoires du Nord. (Le Yukon exerce une responsabilité directe depuis le 1er avril 2003.)

Selon la Fédération canadienne des municipalités (FCM), on retrouve 4 000 usines de traitement d'eau et 3 000 usines de traitement des eaux usées municipales au Canada. Dans la plupart des cas, il s'agit de systèmes de petite taille servant des populations d'au plus 1 000 personnes. Environnement Canada (2001) indique qu'il n'existe que 1 200 usines de traitement des eaux usées servant des collectivités de plus de 1 000 personnes. Environ 87 pour 100 du public canadien est servi par des systèmes municipaux d'approvisionnement en eau et 74 pour 100 par des égouts municipaux.

Outre la FCM mentionnée ci-dessus, on retrouve de nombreuses organisations industrielles et professionnelles détenant des intérêts et des responsabilités au chapitre de l'eau et des eaux usées. L'Association canadienne des eaux potables et usées (ACEPU) s'intéresse aux politiques, aux programmes et aux lois concernant l'eau et les eaux usées, de même qu'aux normes et aux codes nationaux.

À tous ces organismes nationaux, s'ajoutent des associations internationales, provinciales et régionales qui se réunissent chaque année et offrent des possibilités de formation et d'échange d'information. Les associations provinciales d'ingénieurs professionnels qui régissent la pratique du génie au sein de chacune des compétences portent également un vif intérêt aux questions d'eau et d'eaux usées.

4.2.1 Alimentation en eau et épuration de l'eau

La salubrité de l'eau potable figure depuis longtemps dans la liste des questions de santé publique les plus fondamentales. Toute menace à l'approvisionnement en eau ou tout incident susceptible d'influencer la confiance du public dans l'approvisionnement en eau municipal prend devient vite une préoccupation professionnelle et politique. L'exemple de Walkerton, un incident de contamination bactérienne en Ontario, et de North Battleford, en Saskatchewan, un incident de contamination parasitaire, ont attiré l'attention du public, ces dernières années, sur l'importance des systèmes d'eau potable. Le scénario selon lequel des terroristes pourraient perturber la distribution de l'eau ou utiliser des agents chimiques, biologiques et radiologiques pour contaminer délibérément les approvisionnements en eau potable a soulevé une vive attention aux États-Unis. Bien qu'on leur accorde une moindre priorité au Canada, ces nouvelles menaces à l'approvisionnement en eau retiennent de plus en plus l'attention. De nombreux propriétaires et exploitants de réseaux d'aqueduc municipaux reconnaissent qu'ils doivent démontrer qu'ils ont effectué des évaluations objectives des menaces et vulnérabilités et pris des mesures pour réduire la vulnérabilité des approvisionnements en eau potable.

La salubrité de l'eau potable, la santé publique et les conséquences environnementales des effluents municipaux sont une responsabilité que se partagent les administrations municipales, provinciales et fédérale. Le gouvernement fédéral n'a que peu de pouvoirs directs sur les approvisionnements en eau potable. Toutefois, par l'entremise d'un comité fédéral/provincial/territorial chargé des normes sur l'eau potable, Santé Canada travaille à l'élaboration de *Recommandations pour la qualité de l'eau potable* (Santé Canada, 1996). Le comité tient compte des évaluations de santé (nationales et internationales), des coûts du traitement et d'autres facteurs économiques. Les *Recommandations* précisent les concentrations maximales admissibles (CMA) de substances reconnues pour leurs répercussions négatives sur la santé ou soupçonnées d'avoir des répercussions négatives. Ce sont principalement les gouvernements provinciaux qui exercent les pouvoirs et responsabilités liés à la qualité de l'eau potable. Ils acceptent habituellement les *Recommandations* sans y apporter de changements, mais ils peuvent établir des lignes directrices provinciales comportant des CMA plus rigoureuses. Les Recommandations actuelles, produites en 1996, en sont à leur sixième version; une septième est en cours de rédaction.

Comme l'ont démontré les événements de Walkerton et de North Battleford, les Canadiens ne peuvent avoir en permanence l'assurance que leurs systèmes publics dispensera une eau potable de qualité. Bon an mal an, de nombreuses autorités en matière de santé publique demandent de faire bouillir l'eau. En cas d'éclosion d'une maladie ou de sources contaminées, la responsabilité incombe aux autorités municipales et provinciales et elles sont les premières à intervenir.

Quatre composantes de la conception d'un service d'eau public ont un lien avec la sécurité de l'eau potable. Ce sont :

- l'approvisionnement en eau brute, incluant les canalisations s'y rapportant;
- les systèmes de traitement;
- les systèmes de distribution;
- les systèmes d'exploitation et de contrôle.

Pembina Valley Water Cooperative Inc.

Dix-sept administrations municipales se partagent la propriété de la PVWC et il s'agit du deuxième plus gros réseau d'aqueduc du Manitoba.

La PVWC puise son eau dans la rivière Rouge; elle la traite dans deux stations de traitement

L'approvisionnement en eaux brutes provient des lacs, des rivières ou des eaux souterraines. L'eau de source peut avoir des problèmes de quantité et de qualité. La qualité et la variabilité de l'approvisionnement en eaux brutes sont des facteurs pris en compte pour déterminer si l'approvisionnement peut être traité de manière à répondre aux exigences des *Recommandations* canadiennes. De même, les eaux brutes peuvent être transportées sur une distance considérable depuis la source jusqu'aux installations de traitement. Winnipeg, par exemple, transporte l'eau brute sur une distance de 100 kilomètres, à partir du lac des Bois.

Les systèmes de traitement de l'eau peuvent comprendre divers procédés : la coagulation et la floculation pour éliminer les petites particules en suspension dans l'eau brute; la clarification pour retirer les particules agglomérées; la filtration pour supprimer les petites particules; et la désinfection avant la distribution. Les grosses collectivités peuvent disposer de plusieurs stations de traitement d'eau et sources d'approvisionnement. Une station centrale de traitement d'eau peut servir une ou plusieurs petites collectivités (par exemple, une seule station sert à la fois Regina et Moose Jaw). Bien qu'avantageuse sur les plans de la réglementation, de l'économie et de la gestion, la tendance vers la centralisation des systèmes d'approvisionnement en eau fait qu'un nombre plus important de personnes sont vulnérables aux défaillances des systèmes centralisés.

Les systèmes de distribution peuvent comprendre un certain nombre de réservoirs, de canalisations principales, de canalisations locales et de tuyaux d'alimentation individuels. Selon les besoins du réseau, le système de distribution peut également avoir un potentiel de désinfection. En général, plus de la moitié du coût d'un système municipal de traitement de l'eau est attribuable au système de distribution.

Les systèmes de distribution sont conçus pour emmagasiner l'eau de manière à répondre à la demande de pointe et aux besoins de lutte contre l'incendie. L'eau emmagasinée assure en outre une certaine protection contre l'interruption du système. Cette interruption peut être directe, en raison d'une panne d'équipement ou d'un geste délibéré, ou indirecte par suite d'inondations, de pannes d'électricité ou d'incendies. Dans la plupart des cas, l'entreposage de l'eau correspond à l'approvisionnement d'environ une journée et demie et avec un rationnement d'urgence, cette durée peut être doublée.

Les procédures d'exploitation et de contrôle comprennent des tests normalisés d'eau brute et d'eau prête au débit, ainsi que des périodes d'arrêt pour l'entretien de l'équipement. Les stations de traitement peuvent aussi comprendre un système SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition).

Selon l'Environmental Protection Administration des États-Unis, les systèmes de traitement municipaux servant plus de 20 000 personnes sont en général plus sécuritaires que les systèmes de moindre taille. En outre, il est plus fréquent de retrouver du personnel bien formé et un meilleur entretien lorsque les systèmes sont plus gros.

En Colombie-Britannique, on recense 3 300 réseaux d'aqueduc. De ce nombre, 96 appartiennent à des municipalités et servent 90 pour 100 de la population. Une multiplicité de réseaux publics et privés servent les 10 pour 100 qui restent et 2 000 réseaux comptent moins de 15 raccords. Il est peu probable que ces petits réseaux répondent aux normes actuelles de conception, d'exploitation et d'entretien.

La situation est semblable dans les autres provinces, à l'exception de l'Île-du-Prince-Édouard, c'est-à-dire que la plupart des gens sont servis par les gros réseaux appartenant aux municipalités et les autres sont branchés à de très nombreux petits réseaux. Souvent, ces petits réseaux ne sont pas assujettis une réglementation aussi rigoureuse; en conséquence, ils sont davantage susceptibles de causer des préoccupations de santé publique.

Tempête de feu de Canberra

En janvier 2003, Canberra (Australie) a été frappée par une série de tempêtes de feu qui ont causé la mort de quatre personnes, détruit 530 maisons, endommagé des réservoirs et incendié une portion importante de la zone de captage de l'approvisionnement en eau de la ville. La station municipale de traitement d'eau a été encerclée par les feux et l'alimentation en électricité de la station a été coupée, avec la probabilité que les eaux d'égout brutes allaient devoir être déchargées dans un cours d'eau avoisinant.

Les agents de secours ont font appel à la collaboration du public et leur ont demandé de réduire au minimum leur utilisation de l'eau; ils ont rétabli

Environ quatre millions de Canadiens des régions rurales, incluant plus de la moitié de la population de l'Î.-P.-É. dépendent de systèmes privés d'alimentation en eau (exploités par le ménage). Ainsi, les consommateurs sont responsables de la sécurité de leur propre système d'alimentation. Un certain nombre d'études mentionnées par Corkal et coll. (à l'impression) présentent un portrait troublant de l'alimentation en eau dans les zones rurales. Selon une étude de deux ans portant sur l'eau potable dans les secteurs ruraux de la Saskatchewan, la qualité de

l'eau de la presque totalité (99,6 pour 100) des puits ne répondait pas aux objectifs en matière de santé ou d'esthétique. Une étude semblable effectuée en Alberta a révélé que dans 93 pour 100 des cas, les objectifs n'étaient pas respectés. Une étude ontarienne portant sur les puits des exploitations agricoles a révélé que 40 pour 100 d'entre eux ne répondaient pas aux objectifs, en ce qui concerne au moins un contaminant. Finalement, une étude d'envergure nationale a permis d'établir que de 20 à 40 pour 100 des puits canadiens ont des concentrations en nitrate ou en coliformes supérieures à ce que prévoient les lignes directrices sur la qualité de l'eau potable.

Dans les secteurs ruraux du Canada, l'alimentation en eau brute ne répond habituellement pas aux *Recommandations* canadiennes; en conséquence, l'eau devrait être traitée. Toutefois, aucune législation canadienne ne régit les dispositifs résidentiels de traitement de l'eau. L'eau embouteillée n'est pas non plus réglementée, au Canada, si ce n'est comme aliment emballé en vertu de la *Loi sur les aliments et drogues.*

4.2.2 Eaux usées

Les réseaux d'assainissement municipaux recueillent et (généralement) traitent les déchets provenant des maisons, des entreprises et autres installations. Ces réseaux peuvent également traiter les eaux d'orage (Environnement Canada, 2001). En général, les eaux usées comprennent à la fois les eaux domestiques et les eaux d'orage. Certaines industries traitent entièrement leurs effluents sur les lieux mêmes, puis les déversent directement dans le milieu récepteur ou la décharge; d'autres effectuent un certain niveau de traitement puis les déversent dans le réseau d'égout municipal.

Selon Environnement Canada (2001), 97 pour 100 des eaux usées produites dans quelque 1 200 municipalités de 1 000 habitants ou plus sont soumises à un certain traitement. Les collectivités qui les déversent directement dans l'océan ont tendance à moins traiter leurs eaux usées que celles qui les déversent dans les rivières et les lacs. Les Canadiens qui vivent dans des régions rurales ou de très petites collectivités ont recours à des fosses septiques avec champ d'épuration.

Aujourd'hui, les réseaux municipaux d'assainissement séparent les égouts sanitaires des égouts pluviaux. Souvent, les réseaux mixtes, plus anciens, ne peuvent traiter le volume d'eau accru pendant les fortes pluies; ainsi, ils dirigent les eaux d'égout brutes vers le milieu récepteur. Certaines collectivités traitent les eaux domestiques, mais déversent les eaux du ruissellement urbaines sans les traiter. D'autres collectivités déversent les eaux d'orage dans des bassins de retenue ou des marais artificiels avant de les rejeter dans l'environnement.

Un réseau d'aqueduc municipal comprendra :

- des égouts sanitaires et des égouts pluviaux, des égouts collecteurs, des grands collecteurs et des pompes;
- des systèmes de traitement;
- des systèmes d'évacuation/de rétention;
- des systèmes d'exploitation et de contrôle.

Le traitement des eaux usées est un procédé industriel mis en œuvre dans une collectivité, en un lieu centralisé. Le traitement est généralement réparti ainsi : épuration primaire, soit le tri et

l’enlèvement des matières solides; traitement secondaire, soit le processus biologique visant à éliminer les matières solides fines et les matières organiques; et traitement tertiaire, soit un traitement complémentaire visant à éliminer d’autres matières, surtout les nutriants.

Les eaux usées sont une importante source de pollution, même lorsqu’elles sont traitées (Environnement Canada, 2001). Le milieu récepteur peut se dégrader par suite de l’ajout de nutriants ou de produits pharmaceutiques, de son appauvrissement en oxygène dissous et de l’introduction de substances toxiques bioaccumulables. Les répercussions des eaux usées peuvent varier d’année en année ou de saison en saison. De plus, le milieu récepteur d’une collectivité peut être la source d’eau d’une autre collectivité.

4.2.3 Législation

De façon générale, les municipalités possèdent et exploitent leurs systèmes en vertu des règlements provinciaux. Les provinces surveillent de près les réseaux d’aqueduc et réseaux d’assainissement. Les systèmes de réglementation exigent l’obtention de permis pour la construction, la protection de l’eau de source, l’accréditation des exploitants et ainsi de suite. Les provinces doivent également vérifier l’eau périodiquement et elles peuvent offrir un soutien financier aux chefs des ménages qui font des tests et une aide financière pour la construction d’immobilisations. De plus, la législation provinciale sur les mesures d’urgence exige des municipalités qu’elles disposent de plans d’intervention d’urgence. Bien que les réseaux d’aqueduc fassent partie de ces plans, le niveau de détail de ces plans varie considérablement d’une compétence à une autre.

Vous trouverez au tableau 3 un résumé des lois provinciales concernant l’eau potable. Les organismes responsables incluent généralement les ministères de la Santé et de l’Environnement. Dans les territoires du Nord et sur les réserves des Premières nations, AINC joue un rôle clé conjointement avec les administrations territoriales et de bande.

Tableau 3 Législation provinciale sur l'eau potable

Province	Organisme (plus les ministères de la Santé)	*Loi sur l'eau potable*	*Règlement*	Tests subventionnés	Accréditation obligatoire de l'exploitant
C.-B.	Water, Land and Air Protection	*Drinking Water Protection Act*	*Safe Drinking Water* (en vertu de la *Health Act*)	Oui	2004
Alberta	Environnement	*Environmental Protection and Enhancement*	*Potable Water*	Oui	1982
Sask.	Environnement/ Watershed Authority	*Environmental Management and Protection Act*	*Water Regulations*	Oui	15 juillet 2005
Man.	Conservation	*Loi sur la qualité de l'eau potable*	Non	Oui	2006 – 2008
Ontario	Environnement	*Loi sur la salubrité de l'eau potable*	*Protection de l'eau potable*	Oui	Oui
Québec	Environnement	—	*Règlement sur la qualité de l'eau potable*	Oui	2001
N.-B.	Environnement et Gouvernements locaux	*Loi sur l'assainissement de l'eau*	Non	Non	Volontaire
Î.-P.-É.	Pêches, aquaculture et environnement	*Environmental Protection Act*	Non	Non	2003
N.-É.	Environnement et Travail	*Environment Act*	*Water and Wastewater Facility Regulation*	Non	1995
T.-N.-L.	Environnement	*Environment Act*	Directives seulement	Non	Volontaire

En général, le gouvernement américain joue un rôle beaucoup plus important que le gouvernement canadien, en ce qui concerne l'eau et les eaux usées. Les États-Unis ont désigné l'eau comme infrastructure essentielle en vertu de la Presidential Decision Directive (PDD) 63, diffusée en mai 1998, et de l'Executive Order 13231, diffusée en octobre 2001. L'un des buts consiste à améliorer la circulation de l'information entre le gouvernement et l'industrie, concernant l'état de l'infrastructure essentielle et les menaces à son égard, en créant des Centres d'échange et d'analyse des informations (ISAC).

Aux É.-U., l'EPA est l'organisme responsable de l'alimentation en eau et il a financé la mise sur pied de la WaterISAC. Ce système qui fonctionne sur Internet permet aux participants autorisés de recueillir, d'analyser et de partager des informations concernant les menaces physiques, les menaces de contamination et les cybermenaces aux réseaux d'aqueduc. Actuellement, aucune

disposition ne permet aux services publics canadiens ou aux organismes gouvernementaux canadiens de participer aux WaterISAC ou de recevoir de l'information par leur intermédiaire. Grâce à un financement de l'EPA et à la participation de l'American Water Works Association Research Foundation (AWWARF), Sandia National Laboratories a élaboré une méthodologie d'évaluation des risques que pose l'eau (RAM-W) afin d'évaluer la vulnérabilité des systèmes d'alimentation en eau. Le National Environmental Training Center for Small Communities a également élaboré une liste de vérification de sécurité pour évaluer la vulnérabilité des eaux usées des petits réseaux.

En 2002, le Congrès américain a adopté la *Public Health Security and Bioterrorism Preparedness and Response Act* (PL107-188) qui impose le rythme des évaluations municipales de la vulnérabilité. Le projet de loi porte sur les aspects suivants relatifs à l'eau potable :

1. Des évaluations obligatoires de la vulnérabilité, suivies de la rédaction (ou révision) obligatoire de plans d'intervention d'urgence par tous les réseaux d'aqueduc publics, à l'exception des très petits réseaux (moins de 3 300 personnes).
2. Un financement de 160 millions de dollars US accordé à l'EPA pour qu'elle aide les services publics : a) à faire des évaluations de la vulnérabilité; b) à rédiger des plans d'intervention d'urgence; c) à entreprendre les « améliorations fondamentales de la sécurité » indiquées dans les évaluations (aucuns frais F&E); et d) à réagir aux situations urgentes de vulnérabilité et à les atténuer (subventions maximales de cinq millions de dollars US). Les évaluations de la vulnérabilité sont exemptées des exigences fédérales en matière de liberté de l'information et assujetties à des mesures de sécurité rigoureuses une fois présentées à l'EPA.
3. Les délais à respecter pour la réalisation des évaluations de la vulnérabilité varient selon la population servie : le 31 mars 2003 pour les municipalités de plus de 100 000 habitants; le 31 décembre 2003 pour celles de 50 000 à 100 000 habitants; et le 30 juin 2004 pour celles de moins de 50 000 habitants.
4. L'octroi de fonds de 15 millions de dollars US à l'EPA pour évaluer l'information (prévention, détection et intervention) concernant les contaminants et les arrêts d'alimentation, conjointement avec les Centers for Disease Control and Prevention (CDC).

Aucun effort de ce genre n'a été déployé au Canada, bien que l'ACEPU ait élaboré un modèle d'évaluation de la vulnérabilité avec le soutien du BPIEPC. Le modèle porte à la fois sur l'eau et les eaux usées et il comporte quatre sections : risques attribuables à des interventions humaines; risques de causes naturelles, dangers d'ordre chimique, biologique et autres; et risques de défaillance technique. Le modèle met l'accent sur les exigences juridiques des représentants élus et du personnel en matière de diligence raisonnable.

4.3 Sécurité et protection

Un certain nombre de facteurs représentent un danger pour les réseaux d'aqueduc municipaux. Il s'agit à la fois des menaces physiques et des risques de contamination qui peuvent être attribuables à des dangers naturels, à des défaillances de systèmes, à des accidents et à des gestes délibérés.

Les risques naturels qui ont une incidence sur l'approvisionnement en eau potable comprennent les inondations et les sécheresses, la contamination et les éclosions de maladies d'origine hydrique comme la *lambliase* et la *cryptosporidiose*. Par exemple, à Milwaukee, en 1993, le *Cryptosporidium* a traversé deux stations de traitement de l'eau et rendu 400 000 personnes malades (surtout de la diarrhée) et on estime qu'il y a eu entre 50 et 100 décès parmi les 800 000 consommateurs.

Les systèmes peuvent tomber en panne en raison d'une conception ou d'une construction peu adéquate, mais plus souvent ils tombent en panne suite à une combinaison de facteurs pouvant inclure des accidents, des phénomènes naturels, un entretien insuffisant ou l'erreur d'un exploitant. (Ce n'est que récemment que certaines provinces exigent des exploitants d'une station de traitement de l'eau qu'ils soient accrédités; les autres ne l'exigent toujours pas.)

Selon l'AWWARF (2001), les causes de contamination de l'eau les plus probables sont les rejets accidentels, les déversements, le ruissellement ou les inondations et les refoulements des stations de traitement des eaux usées. Ces causes sont la source d'environ 80 pour 100 de tous les incidents; ensemble, le débordement d'égouts, le débit d'étiage et les effluents miniers expliquent les 20 pour 100 qui restent.

La réaction habituelle à ces incidents consiste à fermer les valves des prises d'eau. Pour assurer la fermeture des valves en temps utile, des efforts considérables ont été consacrés aux systèmes en direct de biosurveillance qui utilisent le poisson, la daphnie, les moules, les algues ou les bactéries comme espèces indicatrices. Des systèmes perfectionnés sont en place, actuellement, sur des cours d'eau comme le Rhin, en Allemagne et aux Pays-Bas, et la Seine en France.

La cause accidentelle la plus courante de contamination des systèmes de distribution est une intercommunication avec le système des eaux usées. Les intercommunications entre les égouts sanitaires et les égouts pluviaux peuvent aussi contaminer les eaux de source.

Le sabotage délibéré est attribuable au vandalisme, au mécontentement d'employés actuels et anciens ou au terrorisme. Des terroristes pourraient contaminer l'alimentation en eau avec des agents biologiques, chimiques ou radiologiques susceptibles de répandre des maladies et de causer des décès ou à tout le moins de semer la peur et même la panique dans le public. Ils pourraient aussi perturber l'approvisionnement en lançant des attaques contre les infrastructures matérielles – barrages, canalisations, stations de pompage, valves, tours d'eau et ainsi de suite – ou des cyberattaques qui permettraient de prendre le contrôle de certaines parties d'un système ou d'immobiliser les systèmes de contrôle. Une perturbation des systèmes énergétiques ou de transport pourrait aussi avoir des répercussions sur l'alimentation en eau potable. (Les installations de traitement de l'eau utilisent des quantités considérables de produits chimiques qui doivent être transportés jusqu'à elles.)

Jesperson (2002) fait mention d'un document de recherche de la US Army selon lequel seulement six des 84 incidents terroristes survenus entre 1942 et 1989 visaient l'eau. Dans un seul de ces cas – une contamination ayant provoqué le choléra, en Italie – les terroristes ont remporté un certain succès. Welter (2003) fait état d'une enquête de l'AWWARF sur les incidents compromettant la sécurité des services d'eau. Cette étude a relevé 246 incidents, dont 178 en Amérique du Nord, jusqu'en mars 2003. Le tableau 4 présente un résumé de ces incidents.

Une contamination de l'alimentation en eau exigerait d'importantes quantités de la plupart des agents biologiques, chimiques et radiologiques. Le risque de contamination délibérée susceptible d'avoir une incidence sur la santé humaine semble plus important à la suite d'un traitement; ainsi, les composantes du post-traitement, notamment les réservoirs et les systèmes de distribution, sont une cible plus probable.

Les méthodes de traitement déjà en place peuvent désactiver de nombreux contaminants. La chloration, ou autres méthodes de désinfection utilisées dans les réseaux municipaux, tue la plupart des bactéries et des virus comme *E. coli* et *Salmonella*. Les stations qui ont recours à l'ozonisation peuvent tuer les protozoaires comme *Cryptosporidium*. La filtration qui supprime les particules de plus de un micron élimine l'anthrax et les spores botuliniques.

L'introduction de contaminants non toxiques susceptibles d'avoir une incidence sur le goût et l'odeur, ou simplement la menace de contamination, peuvent suffire à susciter une perte de confiance dans le système d'alimentation en eau. Le manque de diligence raisonnable évidente de la part des gestionnaires de réseaux peut soulever des questions de responsabilité légale si les procédés industriels sont touchés par la contamination de l'eau.

Tableau 4 Incidents touchant les systèmes d'alimentation en eau de l'Amérique du Nord (d'après Welter, 2003)

Incidents survenus en Amérique du Nord					
Attaquants		**Méthodes**		**Cibles**	
Criminel	3	Assaut	6	SCADA	6
Personne troublée	10	Introduction par effraction	52	Barrage	7
Entrepreneur	3	Interruption du dosage de produits chimiques	2	Système de distribution	10
Employé	14	Contamination	65	Employé	5
Extorqueur	7	Explosifs	13	Puits souterrain	3
Pirate informatique	4	Piratage	10	Produit chimique dangereux	1
Terroriste (Américain)	15	Détournement	1	Station de pompage	3
Terroriste (étranger)	7	Collecte d'information	6	Installation d'entreposage	48

Inconnu	75	Déversement d'eaux usées	2	Source de surface	14
Vandales	35	Vol	3	Réseau d'assainissement	3
Autre	8	Non précisé	6	Réseau d'aqueduc	56
		Altération des valves	2	Camion d'eau	1
		Vandalisme	10	Station de traitement d'eau	13
				Divers	8

Les réseaux d'aqueduc et réseaux d'assainissement se servent des systèmes SCADA pour remplir de nombreuses tâches. Il est question de ces systèmes et des menaces à ces systèmes à la section 3.5.2 qui porte sur les barrages. Comme il est indiqué dans cette section, les systèmes SCADA ne devraient utiliser ni le réseau public commuté ni Internet pour transmettre les commandes de contrôle.

Bien que les systèmes SCADA des réseaux d'eau et d'eaux usées soient généralement plus isolés que les réseaux polyvalents, ils sont trop souvent branchés aux systèmes opérationnels internes. De plus, on a recours aux branchements sans fil au RL pour assurer un lien avec les installations automatiques. Dans d'autres cas, les services publics n'installent pas de dispositifs de chiffrement dans les endroits éloignés ou négligent d'activer les dispositifs de sécurité intégrés dans les systèmes SCADA.

Compte non tenu du degré de menace, on peut sans se tromper affirmer que les exploitants des réseaux municipaux d'eau et d'eaux usées n'ont pas toujours les outils nécessaires pour évaluer les menaces que représentent les actes malveillants et y faire face. Parallèlement, toutefois, les mesures prises pour réduire les autres formes de vulnérabilité des réseaux vont également réduire les risques d'attaques malveillantes de l'extérieur.

Contrairement aux questions de sécurité des barrages, il n'existe pas d'interdépendance correspondante entre les réseaux d'alimentation en eau canadiens et américains. À quelques exceptions près (p. ex. Point Roberts, Washington, est approvisionnée depuis Vancouver), il n'existe pas de réseaux d'alimentation en eau transfrontaliers.

Selon les nouvelles approches face à la vulnérabilité et aux évaluations du risque, les stations de traitement d'eau peuvent être conçues, construites, exploitées et entretenues de manière à assurer une niveau élevé de sécurité et de protection. Voici quelques exemples de mesures qui devraient faire partie des pratiques courantes :

- recourir à des ingénieurs professionnels pour la conception et l'entretien;
- restreindre l'accès aux sites;
- assurer la sécurité des installations automatiques;
- recourir à du personnel de sécurité et des systèmes de surveillance;
- former les exploitants de stations et leur donner une accréditation;
- fournir des autorisations de sécurité au personnel;

- rédiger un manuel d'instructions;
- rédiger et mettre en pratique un plan de mesures d'urgence;
- se servir de dispositifs de refoulement;
- sécuriser les systèmes SCADA;
- instaurer un système manuel de reprise pour les commandes.

Si la station proprement dite est bien conçue et gérée, le principal problème résiduel a trait à la protection de l'eau de source. Les réseaux d'aqueduc municipaux puisent l'eau dans des sources d'eaux souterraines et de surface. Le principal défi des gouvernements municipaux consiste à s'assurer d'avoir en permanente à sa disposition une quantité suffisante d'eau traitable.

De nombreux gouvernements provinciaux, de concert avec les organisations industrielles, ont élaboré des codes de procédure d'application pour le forage de puits d'eaux souterraines et l'étanchéification des puits abandonnés. Certaines provinces disposent également de lois à cet égard.

Tout un éventail de mesures protègent et améliorent la qualité des eaux de surface. L'*Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs* en est un bon exemple. Les provinces disposent également de codes de procédures d'application et de dispositions législatives sur les bandes riveraines tampons et autres pratiques de gestion exemplaires visant à restreindre l'accès à l'alimentation en eaux de surface.

Les problèmes de sécurité et de protection liés aux réseaux d'assainissement sont fort semblables à ceux qui concernent les réseaux d'alimentation en eau. De façon générale, la menace à l'égard des réseaux d'assainissement se rapporte à l'exploitation de la station de manière afin de réduire tout à la fois la probabilité de refoulements d'égouts, de perturbations de la station et de gestes délibérés visant à rejeter des eaux usées dans l'environnement naturel. Les mesures requises sont les mêmes que dans le cas des stations de traitement d'eau.

Débordement d'eaux usées à Winnipeg

La défaillance d'une vanne au centre de lutte contre la pollution de North Winnipeg, en septembre 2002, a provoqué le débordement de 462 500 m^3 d'eaux usées non traitées dans la rivière Rouge. Ce problème mécanique a été aggravé

À quelques exceptions près (p. ex. Hamilton et Moncton), les gros réseaux d'eau et réseaux d'assainissement appartiennent aux municipalités ou provinces et sont exploités par elles. En Europe, toutefois, on retrouve de nombreux réseaux d'eau et d'assainissement appartenant à des entreprises, et de plus en plus, dans les pays en développement. Au Canada, une privatisation devrait entraîner certaines modifications à la réglementation provinciale afin d'établir une responsabilisation claire en matière de sécurité et de protection.

4.4 Conclusions

Bien que les incidents survenus au cours des cinq dernières années aient révélé que les pannes dans les stations de traitement peuvent entraîner de graves conséquences, la principale

préoccupation stratégique consiste à assurer le maintien de la confiance du public à l'égard du système municipal d'alimentation en eau. Sauf dans des circonstances extrêmes, il incombe à la municipalité, à la province et dans une certaine mesure à Santé Canada de maintenir cette confiance. La sécurité et la protection des approvisionnements en eau potable inquiètent fortement les Canadiens. Dans la plupart des cas, on peut répondre à ces préoccupations par l'intermédiaire du Conseil canadien des ministres de l'environnement, dont le représentant fédéral est le ministre responsable d'Environnement Canada.

SPPCC peut être appelé à jouer un rôle en situation de défaillance catastrophique. Les problèmes qui pourraient susciter des inquiétudes sont notamment une vaste contamination dont les conséquences exigent une intervention du gouvernement fédéral; les risques naturels comme les inondations et les tremblements de terre; et les gestes posés par des humains, y compris les accidents et les attaques malveillantes qui perturbent la distribution de l'eau. Les défaillances des systèmes interdépendants peuvent aussi causer des inquiétudes, dans le cas par exemple des pannes d'approvisionnement énergétique qui menacent le fonctionnement des systèmes ou des problèmes de transport susceptibles de restreindre l'approvisionnement en produits chimiques destinés au traitement de l'eau.

En ce qui a trait au soutien des initiatives de prévention et d'atténuation visant à réduire le risque et les conséquences de pannes majeures, le gouvernement fédéral joue un rôle indirect et ce, pour plusieurs raisons :

- Les réseaux d'aqueduc et réseaux d'assainissement appartiennent presque sans exception aux administrations municipales; ils sont exploités par elles et il leur incombe de veiller à ce que l'exploitation de ces réseaux soit incluse dans les plans de mesures d'urgence.

- La presque totalité des municipalités canadiennes ont la capacité financière requise pour assurer une alimentation sécuritaire en eau potable, à coût raisonnable. Le soutien financier des paliers supérieurs de gouvernement n'est requis que dans les rares cas de petits réseaux.

- Il n'y a pas de besoin évident d'envisager une harmonisation des efforts liés aux réseaux d'aqueduc avec ceux que déploient les Américains.

- Le risque d'attaque dévastatrice à l'égard de l'alimentation en eau semble faible, les canulars étant la forme d'attaque la plus probable.

- Sauf dans le cadre d'une catastrophe naturelle de plus grande envergure, les AAFCC sont peu susceptibles de financer le rétablissement des réseaux d'aqueduc. Les inondations, une perturbation de l'alimentation en électricité ou les problèmes de transport qui paralysent l'expédition de produits chimiques nécessaires au traitement sont des exemples de telles interdépendances.

5.0 Infrastructure – Canalisations

5.1 Introduction

Au Canada, les canalisations sont considérées comme des infrastructures essentielles. Une discussion approfondie sur les canalisations en tant qu'infrastructures essentielles dépasserait la portée du présent rapport. Il existe toutefois certaines interdépendances entre les canalisations et l'eau. Elles sont examinées dans les sections qui suivent.

5.2 Contexte

Au Canada, 40 000 km de canalisations s'entrecroisent; elles transportent du gaz naturel, du pétrole brut et des produits pétroliers vers des marchés nationaux et internationaux. Les canalisations assurent le transport de quelque 85 milliards de dollars d'hydrocarbures par année.

L'Office national de l'énergie (ONE), un organisme fédéral indépendant qui relève du ministre des Ressources naturelles, réglemente l'industrie internationale et interprovinciale. L'ONE réglemente plusieurs aspects de l'industrie énergétique du Canada, notamment les canalisations. Son objectif consiste à promouvoir la sécurité, la protection de l'environnement et l'efficience économique dans l'intérêt du public canadien, tout en respectant les droits des individus. Les provinces réglementent les systèmes de canalisations construits entièrement dans les limites d'une province. Par exemple, l'Alberta Energy Utilities Board réglemente les canalisations qui sont entièrement en Alberta.

Le *Règlement sur les pipelines terrestres* de l'ONE porte sur les pipelines réglementés par le gouvernement fédéral. Un certain nombre de lois fédérales (comme la *Loi sur les pêches* et la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale*) et de lois provinciales couvrent également les canalisations.

Les canalisations sont construites conformément à la norme Z662 de l'Association canadienne de normalisation intitulée *Réseaux de canalisations de pétrole et de gaz*. Cette norme s'applique à la conception, à la construction, à l'exploitation et à l'entretien des canalisations de pétrole et de gaz.

Le présent rapport fait état de deux interdépendances entre les canalisations et les questions relatives à l'eau. La première concerne les traversées de cours d'eau et la seconde, les épreuves sous pression.

5.2.1 Traversées de cours d'eau

Les canalisations franchissent un grand nombre de rivières et de cours d'eau et bien qu'une rupture au franchissement de la rivière soit rare, elle peut se produire. Ces ruptures pourraient entraîner des dommages considérables à l'environnement et aux biens.

Rupture d'un gazoduc sur la rivière La Salle

En avril 1996, une rupture - suivie d'une explosion et d'un incendie - d'une canalisation d'un gazoduc s'est produite à la hauteur d'un passage de la rivière La Salle près de la ville de St. Norbert, au Manitoba.

Une enquête du Bureau de la sécurité des transports a déterminé que la rupture a été causée par une fracture de surcharge ductile, résultant de contraintes externes élevées qui ont été imposées à la

De façon générale, les canalisations sont installées sous une rivière dans le cadre de travaux de forage dirigé, mais, dans certains cas, elles peuvent être soutenues par un pont ou autre structure du genre au-dessus de la rivière. Les spécialistes en génie conçoivent les traversées des canalisations en fonction des besoins propres aux emplacements.

L'une des particularités techniques typiques d'une traversée de canalisation peut consister à installer la canalisation environ un mètre en dessous de la profondeur d'affouillement maximale, au-delà de la migration probable du chenal, dans l'ensemble du périmètre d'inondation. Dans les cas difficiles, la canalisation peut être encapsulée dans du béton ou dans une enveloppe protectrice. La crue de projet utilisée pour analyser l'affouillement et la migration varie entre la crue de 50 ans et la crue de 500 ans, selon la nature de la traversée. La norme Z662-99 comporte des exigences sur les robinets d'arrêt des deux côtés des traversées importantes.

Bien que les traversées de cours d'eau soient conçues dans le respect des principes techniques et qu'il soit tenu compte d'un certain nombre de facteurs de sécurité, on se préoccupe du fait qu'une mauvaise compréhension de l'hydrologie régionale et des répercussions potentielles des changements climatiques sur les phénomènes météorologiques violents pourrait, dans l'avenir, accroître l'incertitude sur le plan de la conception.

5.2.2 Épreuves sous pression

Avant leur mise en service, les canalisations sont soumises à des épreuves sous pression pour garantir leur intégrité structurale. De façon générale, ces épreuves consistent à pressuriser les segments d'une ligne en appliquant 1,25 et 1,50 fois la pression maximale de service avec l'eau disponible localement. Les fuites sont ensuite réparées avant le transport d'hydrocarbures par la canalisation. Selon la procédure utilisée, une canalisation pourrait ainsi transférer du biote d'un plan d'eau à un autre.

Au Canada, on utilise de l'eau non traitée dans les canalisations soumises aux épreuves sous pression et les gouvernements provinciaux réglementent le retrait et les rejets de ces eaux. En général, l'eau doit être retournée dans le plan d'eau d'où elle provient pour prévenir tout transfert du biote. De même, l'eau susceptible d'être contaminée par le contenu de la canalisation doit être éliminée de manière à éviter tout dommage à l'environnement.

5.3 Conclusions

Au Canada, les canalisations figurent dans la liste des infrastructures essentielles. Cette désignation s'accompagne d'un certain nombre d'activités et de responsabilités qui dépassent amplement la portée du présent rapport.

Bien que la conception et l'entretien des canalisations d'hydrocarbures respectent des normes élevées et que les gouvernements provinciaux et l'Office national de l'énergie (ONE) assurent une surveillance manifeste, deux facteurs entrent en jeu dans l'interaction des canalisations et des cours d'eau. Ce sont les interdépendances entre les canalisations et les traversées de cours d'eau et le risque de transfert du biote.

6.0 Inondations

[TRADUCTION] *Les inondations sont des catastrophes naturelles; les pertes dues aux inondations sont le résultat de gestes posés par des humains.*

Gilbert White (1945)

6.1 Introduction

La préparation aux inondations et les réactions à celles-ci sont une responsabilité que se partagent les particuliers, les familles, les municipalités, les administrations provinciales et territoriales, les ministères et organismes fédéraux de même que les organisations privées et bénévoles. Les principales responsabilités gouvernementales incombent aux administrations municipales et provinciales. Toutefois, dans le cas des inondations, les responsabilités de SPPCC portent sur tous les éléments du cycle de gestion des urgences – préparation, intervention, rétablissement et atténuation. SPPCC lance des campagnes de sensibilisation publique et diffuse des brochures contenant des conseils pratiques, par exemple *Inondations – Que faire avant et après?*, pour communiquer aux gens l'information dont ils ont besoin pour mieux se préparer. En situation d'inondation, SPPCC répond aux demandes présentées au gouvernement fédéral par les provinces et il s'occupe du Centre de coordination des opérations d'urgence du gouvernement (CCOUG).

Par le biais des AAFCC, SPPCC offre une aide financière qui facilite le rétablissement après une inondation. Exception faite de la tempête de verglas de 1998, ce sont les inondations de la rivière Rouge et du Saguenay qui ont donné lieu aux plus importants paiements en vertu des AAFCC. Afin de réduire la souffrance humaine, les pertes et perturbations économiques de même que les sommes versées par le gouvernement, l'atténuation est un élément clé de toute approche de gestion des inondations. SPPCC est en voie d'élaborer une stratégie nationale d'atténuation des catastrophes et l'atténuation des inondations en un élément important de cette stratégie.

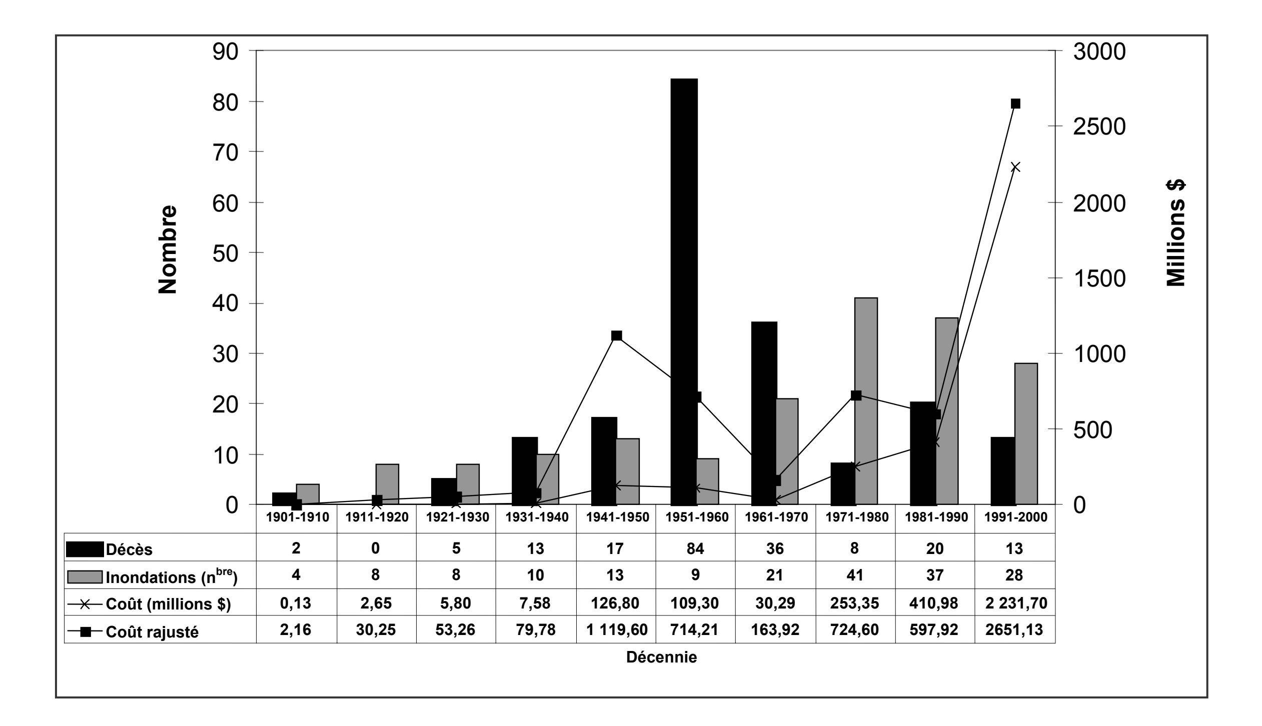
6.2 Contexte

En tant que pays nordique, le Canada reçoit une portion de ses précipitations annuelles sous forme de neige et ses cours d'eau sont couverts de glace saisonnière. La fonte des neiges, la pluie qui tombe sur la neige ou les embâcles printanières peuvent causer de nombreuses inondations. Les pluies abondantes ou de longue durée, surtout dans les petits bassins hydrologiques ont tendance à causer des inondations estivales. Les inondations côtières attribuables à des ondes de tempête sont relativement rares tandis que l'inondation du littoral le long des Grands Lacs est chose courante. (Pour des descriptions détaillées sur la nature des inondations au Canada, voir Watt 1989, Andrews 1993 et Brooks et coll., 2001.)

Des inondations sont en cause dans le décès d'au moins 198 personnes et ces inondations ont causé au moins deux milliards de dollars de dommages au cours du 20e siècle (Brooks et coll., 2001). La plus grosse inondation survenue au Canada est celle attribuable à l'ouragan Hazel qui a frappé le sud de l'Ontario en 1954, faisant 81 victimes (Andrews, 1993). Plus récemment, les inondations les plus remarquables sont celle de 1996 dans la région du Saguenay, au Québec, et celle de la rivière Rouge, au Manitoba, en 1997.

Selon Shrubsole et coll. (2003), entre 1975 et 1999, 63 inondations ont donné lieu à des paiements d'AAFCC de près de 720 millions de dollars (dollars de 1999). En outre, entre 1984 et 1998, les réclamations d'assurance attribuables à des inondations, exception faite des pertes résidentielles, ont dépassé les 750 millions de dollars (dollars de 1999).

Figure 2 Dommages causés par les inondations au Canada (Pietroniro et coll., à l'impression)



	1901-1910	1911-1920	1921-1930	1931-1940	1941-1950	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000
Décès	2	0	5	13	17	84	36	8	20	13
Inondations (n[bre])	4	8	8	10	13	9	21	41	37	28
Coût (millions $)	0,13	2,65	5,80	7,58	126,80	109,30	30,29	253,35	410,98	2 231,70
Coût rajusté	2,16	30,25	53,26	79,78	1 119,60	714,21	163,92	724,60	597,92	2651,13

Dans le passé, des programmes gouvernementaux, fédéraux et provinciaux, ont été instaurés pour réduire la vulnérabilité aux inondations. La plus importante initiative est celle du Programme canadien de réduction des dommages dus aux inondations (PRDI), lancé en 1975. Avant, les programmes concernant les inondations étaient plutôt de nature ponctuelle ou à fin unique. De façon générale, le soutien du gouvernement fédéral était axé sur l'aide aux sinistrés suite à une importante inondation et sur la construction d'ouvrages de génie civil visant à réduire, dans l'avenir, les dommages dus aux inondations, par exemple le canal évacuateur de la rivière Rouge. Le Programme incluait la planification de mesures structurelles et non structurelles (Bruce, 1976).

Le PRDI fédéral/provincial a tenté de repérer les zones urbaines à risque d'inondation, de les cartographier et de les zoner de manière à décourager leur développement futur, à faire enquête sur les moyens de protéger les lotissements existants et à s'assurer que des politiques étaient établies. En outre, des mesures non structurelles comme des prévisions sur les inondations et des mesures structurelles comme l'endiguement faisaient partie du programme.

Au milieu des années 1990, quelque 1 000 collectivités inondables avaient été cartographiées. Bien que des inondations causant des dommages aient continué de se produire un peu partout au pays, on considère que le programme a réussi à réduire les dommages causés par les inondations. Brown et coll. (1997) ont examiné des dommages dus à des inondations comparables dans le sud de l'Ontario et au Michigan à la suite de pluies torrentielles et constaté que les dommages survenus en Ontario avaient atteint une moindre magnitude que les dommages comparables au Michigan. Il est difficile de faire des évaluations approfondies, étant donné qu'elles sous-

entendent l’établissement d’estimations de dommages qui auraient eu lieu en l’absence d’un programme.

Le déluge du Saguenay

En 1996, des pluies torrentielles sont tombées sur le centre-sud du Québec et ont provoqué des inondations dévastatrices dans de nombreux cours d'eau de la région du Saguenay-Lac-St-Jean. Selon Environnement Canada, entre 150 et 280 mm de pluie sont tombés sur une période de 72 heures dans un secteur de plusieurs milliers de kilomètres carrés. La plus grande partie de cette pluie a été enregistrée dans un délai de 36 heures, les 19 et 20 juillet. Cette pluie a causé des dommages considérables aux plans d'eau et à l'infrastructure de la région. On estime à 16 000 le nombre de personnes qui ont été évacuées et à environ 1 350 le nombre de maisons qui ont subi des

Néanmoins, à cette période, le gouvernement fédéral s'est retiré du programme en raison des contraintes budgétaires découlant de l'Examen des programmes. Les ententes fédérales/provinciales obligeant les gouvernements à appliquer des restrictions sur le périmètre d'inondation sont arrivées à échéance. Aujourd'hui, quelques années plus tard, en l'absence de partage des coûts avec le gouvernement fédéral, de nombreuses provinces ont cessé toute nouvelle activité de réduction des dommages dus aux inondations, bien que les cartes de risques d'inondation élaborées précédemment soient encore utilisées.

En général, les provinces continuent de mettre en application les restrictions de zonage du périmètre d'inondation issues du PRDI; toutefois, peu de nouveaux travaux sont exécutés. Le tableau 5 résume la situation actuelle des mesures de réduction des dommages dus aux inondations au Canada.

On compte 1 300 collectivités propices aux inondations au Canada. De ce nombre, 900 se trouvent au Québec et en Ontario, la plupart dans le bassin Grands Lacs/Saint-Laurent. En dépit des travaux entrepris dans le cadre du Programme de réduction des dommages dus aux inondations, les inondations demeurent la plus importante menace à la vie et aux biens des Canadiens.

Suite aux importantes inondations des années 1990, le Conseil canadien des ministres de l'environnement a entrepris un examen des programmes de gestion des inondations. Cette démarche se poursuit et elle prend en considération tous les aspects de la gestion des inondations – alertes, réactions, rétablissement et atténuation. Un rapport sera diffusé un peu plus tard cette année. Parallèlement, SPPCC a diffusé un document de travail concernant la possibilité d'établir une *Stratégie nationale d'atténuation des catastrophes.*

Inondation de la rivière Rouge

En 1997, une inondation due à la fonte des neiges a recouvert une zone de 5 km^2 dans la vallée de la rivière Rouge, au Manitoba. À son plus fort, la largeur de la rivière atteignait 40 km. Plus de 2 500 maisons ont été inondées et 28 000 résidants de 21 collectivités ont été évacués. Les dommages ont totalisé plus de 500 millions de dollars. De nombreuses maisons ont été envahies par les eaux de crue pendant une semaine ou plus. Winnipeg a failli être touchée par l'inondation, mais grâce au canal de dérivation de la

Tableau 5 Situation des programmes de réduction des dommages dus aux inondations au Canada

Province	Organisme	Règlement	Nouvelle cartographie	Application de la cartographie existante	Remarques
C.-B.	Land and Water BC	Oui	Non	Oui	
Alb.	Environnement	Oui	De faible envergure	Oui	
Sask.	Watershed Authority	Non	Non	Oui	
Man.	Conservation	Oui	Rivière Rouge	Oui	
Ontario	Ressources naturelles	Oui (Office de protection de la nature)	Au besoin	Oui	
Québec	Environnement	Oui	Non	Oui	
N.-B.	Environnement et Gouvernements locaux	Oui	Non		
Î.-P.-É.	Pêches, Aquaculture et Environnement	s.o.	Non	Aucune cartographie	Certain risque d'onde de tempête
N.-É.	Environnement et Travail	Non	Non	Oui	
T.-N.-L.	Environnement	Non	Non	Oui	
Yukon	Gouvernement du Yukon après le 1er avril 2003			Aucune cartographie	Risques d'inondation riveraine
T.-N.-O.	MAIN	Non	Non	Oui	

6.3 Discussion

La réduction de la vulnérabilité aux risques d'inondation passe par toute une série de mesures structurelles et non structurelles. D'ordinaire, les mesures structurelles peuvent comprendre la construction de digues dans les collectivités ou de barrages en amont et les détournements qui abaissent les niveaux d'eau. Les mesures non structurelles peuvent comprendre les prévisions de crues et les politiques de gestion du périmètre d'inondation afin de décourager toute utilisation peu appropriée du périmètre d'inondation.

Il se peut que les mesures structurelles proprement dites ne permettent pas de réduire les dommages à long terme dus aux inondations (Forget et coll., 1999). Cela, pour plusieurs raisons.

Les mesures structurelles peuvent faire naître un faux sentiment de sécurité. Les gens ont souvent un point de vue optimiste sur le degré de protection contre une très importante inondation que leur offre un réservoir en amont. De même, l'existence d'une digue dans la collectivité peut, à tort, amener les gens à croire qu'ils sont protégés contre toutes les inondations. Cette mesure structurelle peut les protéger contre le sinistre pour lequel elle a été conçue, mais il se pourrait qu'un sinistre de plus grande envergure ne soit pas arrêté par cette mesure de protection et qu'il cause des dommages encore plus importants. Les mesures structurelles peuvent donc retarder les dommages dus aux inondations sans nécessairement les réduire à long terme.

Les mesures structurelles peuvent aussi favoriser un aménagement sans entraves dans le secteur à risque. La plupart des collectivités vont retirer le zonage de secteurs inondables de la région protégée par la digue. Un développement accru fait augmenter la valeur des propriétés. En cas de rupture d'une digue, les pertes peuvent dépasser largement les valeurs prévalant avant le développement. Regina est l'une des rares collectivités du Canada à exiger l'adoption de mesures de prévention des inondations derrière une digue.

La politique canadienne n'encourage pas la construction d'ouvrages résistant aux inondations. Par exemple, les codes nationaux du bâtiment, contrairement à ceux des États-Unis, ne comportent aucune exigence en matière de prévention des inondations. La logique de ces exigences est que les gens ne devraient pas se construire à l'intérieur d'un périmètre d'inondation; toutefois, des millions de Canadiens vivent dans un périmètre d'inondation. Les AAFCC ne prévoient aucune aide financière pour que les ouvrages endommagés par les inondations soient reconstruits de manière à être mieux protégés contre les inondations qu'ils ne l'étaient avant de subir des dommages. (Cependant, les AAFCC exigent que les immeubles soient reconstruits selon les normes actuelles de sorte que si des exigences en matière de prévention des inondations étaient intégrées à un règlement de zonage ou un code du bâtiment, une aide financière serait offerte.)

La solution à long terme à la réduction des pertes dues aux inondations consiste en l'occupation sécuritaire et appropriée des périmètres d'inondation. Pour y arriver, il faudra exiger l'adoption de mesures structurelles et non structurelles. Il faudra en outre que les gens assument une certaine responsabilité personnelle à l'égard des gestes qu'ils posent. Les approches non structurelles comportent deux éléments clés : les prévisions relatives aux inondations et la gestion du périmètre d'inondation.

Bien que d'énormes progrès aient été accomplis en ce qui a trait à la prévision des inondations au cours des vingt dernières années, et que la plupart des provinces disposent maintenant d'un système de prévisions raisonnablement efficace, certaines améliorations demeurent nécessaires. Certaines parties du pays qui n'ont pas été victimes d'inondations depuis nombre d'années ont laissé leur systèmes de prévisions se détériorer, tout particulièrement les systèmes hydrométéorologiques à l'appui. De même, les plans d'urgence ont peut-être besoin d'être actualisés et révisés.

L'un des problèmes techniques précis porte sur les crues subites. La région du Saguenay n'est pas la seule région du Canada qui soit sujette à des crues extrêmes attribuables à des

précipitations intenses. Le court délai d'alerte associé à ce type d'inondations accroît la vulnérabilité de certaines villes, notamment Calgary, et de petites villes de la Colombie-Britannique et de l'Alberta.

L'un des problèmes de nature humaine associés à la prévision des inondations consiste à convertir les prévisions en répercussions pour les individus. Le Manitoba a mis au point une approche efficace. Suite aux inondations de la rivière Rouge, en 1997, la province a fait appel à une cartographie détaillée et à des modèles perfectionnés de prévision des inondations pour fournir, sur Internet, des prévisions printanières personnalisées aux propriétaires fonciers ruraux de la vallée. Le système comprend même une calculatrice qui permet aux propriétaires fonciers de déterminer le nombre de sacs de sable dont ils ont besoin pour protéger leur propriété. On prévoit étendre le système en indiquant les chemins d'évacuation et leur accessibilité. Même avec un système aussi perfectionné, les réactions personnelles à des prévisions claires et non ambiguës varient.

La gestion des périmètres d'inondation vise d'abord à informer les résidants de ces périmètres d'inondation au sujet des risques d'inondation et ensuite à réglementer l'utilisation de ce périmètre d'inondation. De façon générale, la gestion des périmètres d'inondation inclut la plupart des éléments du défunt PRDI. Elle comprend la définition d'un périmètre d'inondation réglementaire (dans le cas du PRDI, une crue centennale ou plus), des analyses de la fréquence des inondations et des analyses hydrauliques pour déterminer l'étendue spatiale de l'inondation dans la zone urbaine et le zonage des terres exposées aux inondations pour restreindre les types d'aménagement qui peuvent être faits dans cette zone. Finalement, les parties responsables, habituellement les administrations municipales, mettent en application les restrictions à l'aménagement. Le PRDI a permis de définir les secteurs à risque, mais il a remporté moins de succès pour ce qui est du zonage approprié et de la mise en application de ce zonage.

Il importe de redéfinir périodiquement le périmètre d'inondation en tenant compte des connaissances actuelles. Compte tenu des aléas des analyses de la fréquence des inondations et de la possibilité d'un changement climatique, la taille d'un périmètre d'inondation réglementaire n'est pas fixe; elle peut varier considérablement au fil du temps. Dans le cas, par exemple, de l'inondation de la rivière Rouge, en 1997, on croyait que la période de récurrence était de 160 ans. L'analyse qui a suivi l'inondation a montré que cette période de récurrence était plutôt de l'ordre de 100 ans (CMI, 2000).

Les pratiques de gestion du périmètre d'inondation varient dans les différentes parties du monde. Certains pays européens offrent des niveaux relativement élevés de protection contre les inondations à même les fonds publics et des niveaux relativement faibles d'assistance en cas de sinistre, laissant cet aspect aux organismes bénévoles. Par exemple, les Pays-Bas offrent un niveau de protection de 1:1 250 ans dans le cas des digues installées le long de ses cours d'eau et de 1:10 000 dans le cas de ses ouvrages longitudinaux.

Les pratiques américaines sont semblables à celles du Canada, mais aux États-Unis, le gouvernement fédéral intervient beaucoup plus (FEMA, 1994) et les efforts visant à promouvoir les mesures d'atténuation sont beaucoup plus concertés. La majorité des efforts déployés le sont dans le cadre du programme fédéral américain d'assurance contre les inondations. Des

organismes fédéraux, notamment le US Army Corps of Engineers, déterminent les inondations dont le risque est de 1:100 ans et de 1:500 ans, en ce qui concerne environ 20 000 collectivités, et reproduisent l'étendue des inondations sur des cartes appelées « Flood Insurance Rate Maps » (FIRM). Ces cartes peuvent servir de base à la tarification des assurances administrées par la FEMA (U.S. Federal Emergency Management Agency). Ces assurances sont offertes aux États et collectivités qui mettent en application des mesures de gestion du périmètre d'inondation qui respectent ou dépassent les exigences minimales du gouvernement fédéral.

Les représentants américains disent que le programme n'est pas subventionné, mais simplement exploité à perte et que cette perte sera un jour récupérée. Le coût de la détermination des risques d'inondation n'est pas assumé par le programme d'assurance. Les États-Unis disposent en outre d'un certain nombre de programmes législatifs visant à réduire les risques d'inondation au moyen de l'acquisition de propriétés, de la construction de mesures structurelles et de la participation des collectivités. Au Canada, ces programmes sont de nature ponctuelle surtout et ils sont mis en œuvre dans les collectivités en réaction à un sinistre majeur. En vertu de la *Stafford Act*, les États-Unis consacrent en outre 15 pour 100 du coût de tout sinistre à des mesures d'atténuation.

Très peu d'autres pays offrent aux propriétaires une assurance contre les inondations. En Grande-Bretagne, les assureurs privés ont inclus l'assurance contre les inondations dans les polices types depuis 40 ans. Le gouvernement national fournit des « cartes indicatives » du risque tandis que l'industrie s'occupe d'établir une cartographie détaillée. La couverture est généralement offerte uniquement à l'extérieur du périmètre d'inondation dont le risque est de 1:200 ans, jamais dans le périmètre d'inondation dont le risque est de 1:75 ans.

Certains assureurs retirent leur offre de protection lorsque la mise en application par les planificateurs municipaux est déficiente. Entre 1997 et 2000, 11 pour 100 des nouvelles résidences construites en Angleterre l'ont été à l'intérieur du périmètre d'inondation. Le gouvernement national n'offre aucune aide en cas de sinistre, mais il offre des fonds pour des mesures d'atténuation (Crichton, 2000).

On pourrait dire que le Canada offre actuellement une assurance sans primes, et entièrement payée par les fonds publics, contre les inondations (les AAFCC) car les administrations provinciales et territoriales déterminent le risque et le gouvernement fédéral paye une portion importante des coûts en cas de sinistre majeur. En outre, seuls des efforts superficiels de réduction de ces coûts sont déployés par le biais des programmes continus de mesures d'atténuation. (Le soutien national à l'égard des mesures d'atténuation continues a pris fin avec le Programme de réduction des dommages dus aux inondations.) Comme en témoignent les inondations de la rivière Rouge et du Saguenay, l'approche actuelle du Canada en matière d'atténuation des risques consiste à mettre en œuvre des programmes de rétablissement après sinistre visant, entre autres, à réduire les répercussions d'une répétition d'un même événement.

À cet égard, le recours proposé au Fonds canadien sur l'infrastructure stratégique, en tant que contribution fédérale à un projet fédéral/provincial/municipal d'accroissement de la protection contre les inondations, en ce qui concerne Winnipeg, représente une nouveauté importante. Il sous-entend que si une mesure d'atténuation structurelle occupe une place importante dans la

liste de priorités convenue, eu égard aux infrastructures stratégiques, elle peut être financée. De même, un tel financement ne peut être offert que dans des circonstances exceptionnelles étant donné que pour être retenus, les projets d'atténuation devront faire concurrence à tout un éventail d'autres projets valables, mais cette initiative est un pas dans la bonne direction.

Tout nouveau programme canadien visant à réduire les pertes attribuables à des inondations pourrait être considéré comme faisant partie d'un programme national d'atténuation susceptible de réduire les répercussions sociales, environnementales et économiques des sinistres grâce à un renforcement de la capacité de récupération des collectivités et à la création d'un environnement favorable. Un tel programme devrait inclure une approche tous risques, le recours à l'évaluation des risques, des mesures coercitives, des mesures incitatives et une éducation du public. Le programme devrait reconnaître qu'au Canada, l'actuel niveau de développement ne permet pas la conversion des secteurs à risque en zones d'interdiction complète; il devrait plutôt favoriser une occupation convenable de ces zones.

Les progrès technologiques des dernières années rendent plus faciles et moins coûteuses la réalisation d'évaluations des risques d'inondation et la définition des secteurs particulièrement à risque. Il est maintenant possible, sur le plan financier, de définir les secteurs ruraux et urbains exposés à des risques d'inondation. La définition peut inclure le « canal de crue », un secteur à risque extrêmement élevé où tout aménagement devrait être empêché et une « zone périphérique » en deux parties où le développement serait permis dans certaines circonstances. Dans la première partie, on permettrait, par exemple, la construction de maisons et d'entreprises à l'épreuve des inondations, mais on découragerait la construction d'infrastructures comme des écoles, des hôpitaux et ainsi de suite. Dans la seconde partie, on permettrait la construction de maisons qui ne sont pas à l'épreuve des inondations, mais on exigerait que les installations essentielles fassent l'objet de mesures de protection contre les inondations. Les secteurs inondables protégés contre les inondations par des digues seraient désignés comme tel.

Un tel programme pourrait être financé dans le cadre d'un programme national d'atténuation et pourrait inclure un partage des coûts par un certain nombre de partenaires. Le programme devrait également tenir compte des nombreux aspects humains liés au cycle de gestion des urgences. Shrubsole et coll. (2003) décrivent le programme avec un certain niveau de détail et les besoins en recherche associés à un plan national révisé de réduction des dommages dus aux inondations.

6.4 Conclusions

Le Canada compte plus de 1 000 collectivités exposées aux inondations. Après les inondations, SPPCC, par le biais des AAFCC, est responsable d'un maximum de 90 pour 100 des coûts du rétablissement. Ces coûts représentent une portion importante des paiements effectués en vertu des AAFCC. SPPCC a donc fortement intérêt à s'efforcer de réduire les risques d'inondations et à atténuer les dommages dus aux inondations. Le problème qui consiste à faire face aux risques d'inondations augmente avec la perspective des changements climatiques et la probabilité d'inondations plus nombreuses attribuables aux conditions météorologiques extrêmes. L'approche visant à réduire la vulnérabilité aux dommages causés par les inondations comprend plusieurs volets : politiques gouvernementales, mesures d'atténuation (de nature structurelle et

non structurelle) et acceptation d'une responsabilité personnelle par les gens qui habitent le périmètre d'inondation.

7.0 Infrastructure urbaine et changement climatique

7.1 Infrastructure urbaine

Le Canada est un pays très urbain. Quatre-vingts pour cent de ses habitants vivent dans des zones urbaines et 60 pour 100 d'entre eux vivent dans des centres de 500 000 personnes ou plus. Exception faite des questions de santé publique et de sécurité liées aux réseaux d'aqueduc et d'assainissement dont il a été question précédemment, d'autres infrastructures urbaines, individus et entreprises sont exposées aux dégâts d'eau attribuables aux fortes chutes de pluie. Par exemple, les fortes pluies survenues à Winnipeg, en 1993, ont causé pour 500 millions de dollars de dommages.

En général, les infrastructures urbaines – les ponts, les drains de surface, les égouts pluviaux, les stations de pompage et ainsi de suite – sont conçues en tenant compte des courbes d'intensité/de durée/de fréquence des précipitations fournies par le Service météorologique du Canada. Dans la plupart des cas, les infrastructures urbaines sont conçues pour assurer l'écoulement des eaux provenant de pluies relativement modestes, par exemple, de l'ordre de 1:25 ans. Une étude effectuée au Royaume-Uni (Tedd, 2000) indique qu'une inondation d'une magnitude de 1:50 ans pourrait augmenter de 20 pour 100 avec le changement climatique.

De mauvais calculs de l'écoulement d'averse maximal pourraient provoquer un plus grand nombre d'inondations urbaines et ainsi, faire augmenter les paiements en vertu des AAFCC. Plusieurs facteurs pourraient nous amener à réexaminer les hypothèses sous-jacentes de l'écoulement d'averse maximal :

- une urbanisation plus dense entraînera un ruissellement accru suite à une même charge pluviale;
- les réductions imposées au réseau climatologique d'Environnement Canada donneront lieu à une moindre précision dans les calculs d'intensité, de durée et de fréquence;
- un changement climatique pourrait entraîner un raccourcissement des périodes de récurrence d'un événement pluviométrique de même ampleur.

De façon générale, l'incertitude reliée à ces facteurs accroît le risque d'un incident qui dépasserait les valeurs de calcul et elle influence de ce fait la gestion du cycle de vie de l'infrastructure (Denault et coll., 2002). Le risque de destruction de l'infrastructure pourrait augmenter, tout comme le besoin d'augmenter la débitance d'une infrastructure urbaine dans les limites de sa durée de vie normale.

En réponse au premier point mentionné ci-dessus, certaines procédures municipales d'approbation des aménagements exigent que l'aménagement n'ait aucune incidence sur l'augmentation des écoulements urbains. Cette procédure est considérée comme une pratique exemplaire et elle devrait être intégrée aux conceptions types.

7.2.1 Conclusions

Le principal défi consiste à s’assurer que l’infrastructure est conçue, construite et exploitée de manière à fournir un bon rendement tout au long de son cycle de vie.

8.0 Conclusions

SPPCC pourrait jouer un certain nombre de rôles, en ce qui concerne l'eau et les infrastructures essentielles. Il pourrait, entre autres choses, avoir la responsabilité d'administrer l'aide financière en cas de catastrophe, d'assurer le leadership en matière de protection civile et de conclure avec les États-Unis des engagements relatifs aux questions qui suscitent une préoccupation partagée, notamment le terrorisme.

Notre examen de ces questions nous amène à conclure que lorsque l'infrastructure hydraulique a une incidence à la fois sur le Canada et sur les États-Unis, il est tout à fait justifié d'être cohérents dans les déclarations relatives aux infrastructures essentielles et d'harmoniser les objectifs des programmes de sécurité et de protection. Mentionnons, à titre d'exemples, la Voie maritime du Saint-Laurent et les barrages sur les bassins transfrontaliers qui présentent un risque élevé.

Toutefois, contrairement aux États-Unis, le gouvernement fédéral n'est propriétaire que d'un très petit nombre d'infrastructures essentielles. En outre, l'administration de l'eau relève presque exclusivement de la compétence des gouvernements provinciaux.

Bien qu'il faille être conscient des problèmes et besoins des Américains, il importe encore davantage de ne pas perdre de vue les questions exclusivement canadiennes. La plus grande partie des infrastructures hydrauliques du Canada sont vulnérables aux risques naturels et aux défaillances des systèmes, de même qu'aux menaces de terrorisme et autres dommages volontaires. De façon générale, le Canada mise sur une ingénierie de qualité et une diligence raisonnable exemplaire de la part des propriétaires plutôt que sur la surveillance du gouvernement pour assurer la sécurité de la vie et des biens.

Les gouvernements provinciaux qui jouent le rôle d'administrateurs des ressources naturelles et qui exercent des responsabilités au chapitre des affaires municipales sont les premiers responsables de la sécurité et de la protection des infrastructures hydrauliques.

Le tableau 6 résume les responsabilités relatives à la gestion des infrastructures essentielles et des urgences. De façon générale, les responsabilités incombent au propriétaire et aux municipalités locales, puis aux provinces, pour ce qui est de la surveillance et de la diligence raisonnable et finalement, au gouvernement fédéral pour ce qui est de la recherche, des relations internationales et des programmes financières. Les organisations industrielles peuvent aussi jouer un rôle important dans la rédaction des pratiques exemplaires et dans l'éducation.

Tableau 6 Responsabilités en matière de gestion des infrastructures essentielles et des urgences

Question	**Responsabilité principale**	**Surveillance**	**Intérêt de SPPCC***	**Autres ministères/ organismes fédéraux**
Sécurité des barrages	propriétaire	province	2, 3, 4, 5	Environnement, Ressources naturelles
Voie maritime	administrations de la Voie maritime	Transports Canada	1, 2, 3, 4, 5	Commission mixte internationale
Eau/ eaux usées	propriétaire (habituellement les municipalités)	provinces	3, 4, 5	Santé, Environnement, Pêches
Canalisations	propriétaire	provinces, Office national de l'Énergie	1, 2, 3, 4, 5	Environnement, Pêches
Inondations	municipalités	provinces	3, 4, 5	Environnement, Ressources naturelles, SCHL, CNRC
Autre infrastructure urbaine	propriétaire (habituellement les municipalités)	provinces	3, 4, 5	Environnement
Transfert du biote	provinces		3, 5	Pêches, Environnement, Transports

* Intérêt de SPPCC : 1) Infrastructure essentielle; 2) Infrastructure canado-américaine; 3) Gestion des urgences;
4) AAFCC; et 5) Atténuation.

Références

Andrews, J. éd. (1993). *Inondation : Cahier de l'eau du Canada,* Ottawa, ministère des Approvisionnements et Services.

Arnauld, Antoine, Pierre Nicole, et Charles Jourdain (1620-1668). *La logique ou l'art de penser* (cité dans Bernstein, 1996).

ASDSO. 2002, *ADSO Security Resolution,* Résolution 1-2002, Association of State Dam Safety Officials.

Alberta, 1999. *The Water Act - Dam and Canal Safety Guidelines,* publication n° T/444, Alberta Environment, Edmonton.

Bernstein, Peter L. 1996, *Against the Gods, the Remarkable Story of Risk,* John Wiley & Sons Inc., New York.

Bowles, David S., 2001. « Evaluation and Use of Risk Estimates in Dam Safety Decisionmaking », *Proceedings*, United Engineering Foundation conference on Risk-Based Decision-Making, Santa Barbara, Californie.

British Columbia. 1998, *Inspection & Maintenance of Dams: Dam Safety Guidelines,* British Columbia Department of Environment, Lands and Parks, Water Management Branch, Victoria.

British Columbia. 2000, *British Columbia Dam Safety Regulation - B. C. Reg. 44/00.*

Brooks, G. R. éd. 2001, *A Synthesis of Geological Hazards in Canada.* Bulletin 548 de la Commission géologique du Canada, Ressources naturelles Canada, Ottawa.

Bruce, J.P. 1976, « National Flood Damage Reduction Program », *Revue canadienne des ressources hydriques,* 1(1): 5-14.

Brown, Alan S. 2002, « SCADA vs. the Hackers », *Mechanical Engineering*, décembre.

Brown, D.W., S.M.A. Moin et M.L. Nicolson. 1997, « A Comparison of Flooding in Michigan and Ontario: "Hard" Data to support "Soft" Water Management Approaches », *Revue canadienne des ressources hydriques,* 22(2): 125-139.

Bruce, J.P. 1976, « National Flood Damage Reduction Program », *Revue canadienne des ressources hydriques,* 1(1): 5-14.

Burn, Donald H. 1994, « Hydrologic Effects of Climate Change in West-Central Canada », *Journal of Hydrology* 160 (1994) 53-70.

Canada. 1985, *Loi sur les ouvrages destinés à l'amélioration des cours d'eau internationaux, L.R, chap. I-22, art. 1,* Lois et règlements codifiés du Canada, Ottawa.

Canada, 1985b. *Loi sur les forces hydrauliques du Canada, L.R., chap. W-6, art. 1,* Lois et règlements codifiés du Canada, Ottawa.

Canada. 1988, *Aide financière en cas de catastrophe,* Manuel d'interprétation des lignes directrices fédérales, PCC 22/88, BPIEPC, Ottawa.

Canada. 1992, *Loi sur les eaux des Territoires du Nord-Ouest,* Lois et règlements codifiés du Canada, Ottawa.

Canada. 1992b, *Loi sur les eaux du Yukon,* Lois et règlements codifiés du Canada, Ottawa.

ACB. 1999, *Directives sur la sécurité des barrages,* Association canadienne des barrages, Edmonton.

Crichton, Davis. 2002, *Flood risk & Insurance in England & Wales: Are There Lessons to be Learned from Scotland?* Benfield Greig Hazard Research Centre, University College London.

Corkal, Darrell R., W. C. (Bill) Schutzman et Clint Hilliard (à l'impression). Rural Water Safety from the Source to the On-farm Tap.

Day, J. C. et Quinn, Frank. 1992, *Water Diversion and Export: Learning from Canadian Experiences,* Department of Geography Publication Series No. 36, University of Waterloo, Waterloo, Ontario.

Denault, C., R. G. Miller et B. J. Lence. 2002, *Climate change and Draiunage Infrastructure Capacity in an Urban Catchment,* Actes, Congrès annuel de la Société canadienne de génie civil, Montréal.

Environnement Canada, 2001, *État des effluents urbains au Canada,* Ottawa.

FEMA. 1994, *A Unified National Program for Floodplain Management,* Federal Emergency Management Agency, Washington, DC.

Figliuzzi, Sal. 1989, *Estimation of PMFs in Alberta,* Alberta Environmental Protection.

Forget, Simon, Benoit Robert et Jean Rouselle, 1999. « L'efficacité des mesures de réduction des dommages causés par les inondations dans la région métropolitaine de Montréal » dans *Évaluation préliminaire de l'efficacité des mesures de réduction des dommages causés par les inondations au Canada.* Planification d'urgence Canada, Ottawa.

Halliday, R.A. 1997, « Perspectives on Canada-U.S.A Water Quality » dans *The Environmental Professional,* vol. 19, édition spéciale n° 1.

Santé Canada. 1996, *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada,* sixième édition, ministre des Approvisionnements et Services Canada, Ottawa.

Hecky, R. E., R. W. Newbury, R. A. Bodaly, K. Patalas et D. M. Rosenburg. 1984, « Environmental Impact Prediction and Assessment: the Southern Indian Lake Experience », *Can. J. Fish. Aquatic Sci*. 41:720-732.

CMI. 1977, *Transboundary Implications of the Garrison Diversion Unit,* Report to the Governments of Canada and the United States, Commission mixte internationale, Ottawa et Washington.

CMI. 1998, *Des barrages sûrs? Un rapport de la CMI,* Commission mixte internationale, Ottawa et Washington.

CMI. 1999, *Protection of the Waters of the Great Lakes,* Interim Report to the Governments of Canada and the United States, Commission mixte internationale, Ottawa et Washington.

CMI. 2000, *Vivre le long de la rivière Rouge : Rapport aux gouvernements du Canada et des États-Unis sur les mesures d'atténuation des impacts des inondations dans le bassin de la rivière Rouge,* Commission mixte internationale, Ottawa et Washington, DC.

GIEC. 2001, *Troisième rapport d'évaluation du GIEC, Changements climatiques 2001,* Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Organisation météorologique mondiale, Genève.

Jesperson, Kathy. 2002, « Are Water Systems a Terrorist Target? », National Drinking Water Clearinghouse.

Laing, Robert D. 2002, Report on the Commission of Inquiry into matters relating to the safety of public drinking water in the city of North Battleford, Saskatchewan, Gouvernement de la Saskatchewan, Regina.

MNR, 2000. *Summary Report: Ontario Dam Safety Task Group,* ministère des Ressources naturelles de l'Ontario, Direction générale des terres et des eaux, Peterborough.

Mudry, N. S., P. J. Reynolds et H. B. Rosenberg. 1981. « Post-project Evaluation of the Red and Assiniboine River Flood Control Projects in the Province of Manitoba, Canada », dans *Methods of Post-Project Evaluation: Achievements and Remedial Measures,* Commission internationale des irrigations et du drainage, séance spéciale R. 9, Grenoble, France, pp. 147-178.

Ontario. 1990, *Loi sur l'aménagement des lacs et des rivière, L.R.O. 1990, chap. L.3,* Queen's Printer for Ontario, Toronto.

Pentland, R. S., W. D. Hogg, George H. Taylor et AMEC. 2002, *Probable Maximum Flood - South Saskatchewan River Project*. Rapport préparé pour Sask Water, Moose Jaw.

Pietroniro, Alain, Robert Halliday, Nick Kouwen, Donald H. Burn, Charles Lin et Sal Figliuzzi, *à l'impression,* « Floods », *Threats to Water Quantity,* Environnement Canada.

Québec. 2002, *Loi sur la sécurité des barrages, D. 300-2002.*

Quinn, F. J. 1981, « Water Transfers - Canadian Style », *Canadian Water Resources Journal*, 6:64-76.

Shrubsole, Dan, Greg Brooks, Robert Halliday, Emdad Haque, Ashij Kumar, Jacinthe Lacroix, Harum Rasid, Jean Rousselle et Slobodan Simonovic. 2003, *An Assessment of Flood Risk Management in Canada,* IPSC, document de recherche n° 28, Institut des sinistres catastrophiques, University of Western Ontario, London.

Smith, Grant. 2003, « The Status of Dam Safety Legislation in Canada », *Canadian Dam Association Bulletin*, printemps 2003, vol. 14 n° 2.

Tedd, P. éd. 2000, *Dams 2000,* Proceedings of the Biennial Conference of the British Dam Society, Thomas Telford Publishing, London.

USBR. 1997, *Guidelines for Achieving Public Protection in Dam Safety Decision Making,* Dam Safety Office, U.S. Bureau of Reclamation, Denver, Colorado.

USIAC. 1982, *Guidelines for Determining Flood-flow Frequency,* Bull. 17B, U. S. Interagency Committee on Water Data, Hydrology Committee, Washington, DC.

Watt. W.Edgar. éd. (1989), *Hydrologie des crues au Canada : guide de conception et de planification*, Comité associé d'hydrologie, Conseil national de recherches, Ottawa.

CMB. 2000, *Barrages et développement : Un nouveau cadre pour la prise de décision,* Rapport de la Commission mondiale des barrages.

White, G. F. 1945, *Human Adjustments to Floods,* University of Chicago Press.

Zhang, Zuebin, K. David Harvey, W. D. Hogg et Ted R. Yuzyk. 2001, « Trends in Canadian Streamflow », *Water Resources Research*, 37 (4) 987-998.

Appendice A – Barrages fédéraux

1. Administration du rétablissement agricole des Prairies, Agriculture et Agroalimentaire Canada

Dans les années 1930, la responsabilité de conserver l'eau et de lutter contre l'érosion importante qui affligeait le sud des provinces des Prairies a été confiée à l'Administration du rétablissement agricole des Prairies (ARAP). De nombreux ouvrages destinés au stockage des eaux ont été construits et des projets d'irrigation ont été lancés par les gouvernements fédéral et provinciaux afin de stabiliser la production de fourrages destinés au bétail, et de la protéger contre la sécheresse et, en bout de ligne, de stabiliser l'économie et la population de base de la région.

L'ARAP a joué un rôle prépondérant dans l'aménagement et la construction de plus de 850 barrages. La plupart de ces ouvrages ont été cédés, au bout de une ou deux années d'exploitation, aux districts d'irrigation, aux municipalités rurales, aux collectivités et à des particuliers.

Actuellement, l'organisme possède, exploite et entretient un réseau de 34 barrages en terre, 12 importants ouvrages de dérivation et l'infrastructure de distribution de l'eau relative à six projets d'irrigation par gravité, tous dans le sud de la Saskatchewan. Ces ouvrages fournissent également de l'eau à huit projets d'irrigation provinciaux et à plus de 100 travaux d'irrigation privés visant plus de 1 700 producteurs bénéficiant de l'irrigation d'approximativement 18 200 hectares.

Barrages et autres ouvrages connexes appartenant à l'ARAP	
Barrage Admiral	Barrage IHTN n° 2
Barrage Altawan	Barrage IHTN n° 3A
Barrage Braddock	Barrage Junction
Barrage Cadillac	Barrage La Fleche
Barrage Craven	Réservoir Middle Creek
Cypress Lake East	Barrage Moosomin (Pipestone)
Cypress Lake West	Barrage Nashlyn
Barrage Downie Lake	Barrage Pheasant Creek
Barrage Duncairn	Barrage Roughbark
Barrage Eastend	Barrage Round Lake
Barrage Echo Lake	Barrage Russel Creek
Gap Creek Weir	Barrage Sauder
Barrage Gouveneur	Barrage Shaheen
Réservoir Harris	Digue Valeport
Barrage Highfield	Barrage Val Marie
Barrage IHTN n° 1	Barrage West Val Marie

2. Travaux publics et Services gouvernementaux Canada

Par l'intermédiaire de Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, le gouvernement du Canada est propriétaire et administrateur de trois barrages situés sur le cours supérieur de la rivière des Français, aux abords du lac Nipissing. Le lac et la rivière constituaient jadis une voie d'accès importante à la baie Georgienne, le long de la Route des fourrures et de la Route des voyageurs. Le barrage Big Chaudière, le barrage Little Chaudière et le barrage de Portage jouent un rôle fondamental dans la gestion efficace des eaux. Ils permettent de maintenir un niveau d'eau propice à la navigation de plaisance et à la navigation commerciale dans le lac Nipissing tout en tenant compte des autres intérêts.

Parmi les autres ouvrages appartenant à TPSGC, mentionnons le barrage des chutes Rideau, sur la rivière Rideau, à Ottawa, et les écluses et le barrage St. Andrews sur la rivière Rouge, au Manitoba.

3. Pêches et Océans Canada

Pêches et Océans est propriétaire de trois petits barrages en Colombie-Britannique. Le barrage Fulton, près du lac Babine, est classé barrage à « risque élevé » en raison de ses répercussions potentielles sur les pêches, en cas de rupture.

4. Parcs Canada

La voie navigable Trent-Severn consiste en une série de lacs, de lits de rivière améliorés et de canaux artificiels en tranchée interreliés qui serpentent sur 386 km au cœur de l'Ontario. L'eau du réseau provient de deux grands bassins hydrologiques, ceux du Trent et du Severn. La Voie navigable Trent-Severn, incluant les lacs et rivières secondaires, représente une importante ressource économique, environnementale et récréative utilisée chaque année par des milliers de plaisanciers, de résidents du littoral et de vacanciers. Elle fournit également de l'eau pour la production d'énergie, l'alimentation en eau et l'agriculture des municipalités et renferme une incroyable variété de poissons et de faune sauvage. Les niveaux d'eau et débits tout au long des bassins de drainage de la Trent et de la Severn sont gérés par Parcs Canada.

Le canal Rideau s'étend sur 202 km depuis Kingston jusqu'à Ottawa et il comprend deux bassins hydrographiques : la Rideau et le Cataraqui. Il s'agit en grande partie d'un réseau naturel qui ne compte que 19 km de canal. Construit à des fins de défense au 19e siècle, le canal constitue maintenant une importante voie navigable de plaisance. La Rideau comprend 47 écluses, 24 postes d'éclusage et de nombreux bâtiments historiques.

Parcs Canada exploite également un certain nombre de barrages dans les parcs nationaux aux fins d'alimentation en eau et de régularisation des cours d'eau. Au cours des dernières années, l'organisme s'est occupé du dessaisissement d'ouvrages dans le but de redonner à des systèmes aquatiques un état plus naturel.